

**Untersuchungen zum Bedarf der japanischen Wachtel
(cot. cot. jap.) an verschiedenen
Vitaminen des B - Komplexes**

GISELHER SAUERWEIN

1977

Aus dem Institut für Physiologie, physiologische Chemie und
Ernährungsphysiologie
des Fachbereichs Tiermedizin der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

Gefertigt unter der Leitung von Priv.-Doz. Dr. J. Gropp

Untersuchungen zum Bedarf der japanischen Wachtel
(cot. cot. jap.) an verschiedenen
Vitaminen des B - Komplexes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Giselher Sauerwein
aus Krumbach

München 1977

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Tiermedizin der Universität
München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus
Referent: Priv.-Doz. Dr. J. Gropp
Korreferent: Prof. Dr. H. Zucker

Tag der Promotion: 25. Februar 1977



INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Einleitung	1
2. Eigene Untersuchungen	3
2.1. Methodik	3
2.1.1. Tiermaterial	4
2.1.2. Haltung	4
2.1.3. Herstellung der Versuchsrationen	6
2.1.4. Auswertung	6
2.2. Thiamin	7
2.2.1. Literaturübersicht	7
2.2.2. Ergebnisse	8
2.2.3. Schlußfolgerungen	14
2.3. Riboflavin	14
2.3.1. Literaturübersicht	14
2.3.2. Ergebnisse	15
2.3.3. Schlußfolgerungen	20
2.4. Pyridoxin	20
2.4.1. Literaturübersicht	20
2.4.2. Ergebnisse	21
2.4.3. Schlußfolgerungen	27
2.5. Pantothensäure	27
2.5.1. Literaturübersicht	27
2.5.2. Ergebnisse	29
2.5.3. Schlußfolgerungen	33
2.6. Niacin	33
2.6.1. Literaturübersicht	33

	Seite
2.6.2. Ergebnisse	35
2.6.3. Schlußfolgerungen	38
2.7. Cholin	40
2.7.1. Literaturübersicht	40
2.7.2. Ergebnisse	42
2.7.3. Schlußfolgerungen	51
3. Zusammenfassende Versuche	53
3.1. Ergebnisse	53
3.2. Schlußfolgerungen	58
4. Diskussion	59
5. Zusammenfassung	61
6. Literaturverzeichnis	63
Lebenslauf	69

1. Einleitung

Die japanische Wachtel (cot. cot. jap.) hat sich als Versuchstier in den Tierlaboratorien fest eingebürgert. Ihre Vorzüge in Zucht und Haltung bestehen vor allem in dem geringeren Platzbedarf und Futterverbrauch, der relativ kurzen Brutdauer, dem frühen Eintritt der Legereife, sowie ihrer etwa bis zum 8. Lebensmonat konstant hohen Legeleistung (36). Die genannten Eigenschaften prädestinieren die Wachtel als Versuchstier bei experimenteller Fragestellung (37, 30), insbesondere dann, wenn die zu prüfenden Substanzen in geringer Menge vorliegen. Voraussetzung für die genannte Verwendung der Wachtel als Versuchstier war eine exakte Kenntnis des Nährstoffbedarfs, vergleichbar dem heutigen Wissen in der Ernährung der Ratte und des Hühnerkükens. Diese Bedingung ist aber auch heute nur teilweise erfüllt. Allenfalls für die Kernnährstoffe bestehen sichere Bedarfsangaben.

Bei der Herstellung von Wachtelfutter orientierte man sich zur Sicherung des Vitaminangebots an den Bedarfszahlen für Huhn und Truthuhn (15, 18, 39). In den Tabellen des National Research Council von 1971 sind lediglich Bedarfswerte der japanischen Wachtel für Vitamin D und Pantothensäure angeführt. Gezielte Bedarfsstudien scheiterten zunächst daran, daß eine geeignete halbsynthetische Basalration fehlte, die einerseits weitgehend frei von Vitaminen war, andererseits bei Vitaminergänzung aber ein optimales Wachstum garantierte. Eine derartige Versuchsration wurde dann 1969 von GROPP und ZUCKER auf der Basis von Sojaprotein, Maisstärke und Sojaöl entwickelt.

Erste Vitamin A und D Bedarfsstudien wurden von PEH (1969) bzw. GROPP und ZUCKER (1969) sowie HOFMANN (1971) aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tierärztlichen Fakultät der Universität München veröffentlicht.

Darüber hinaus wurde an der japanischen Wachtel ein biologisches Testverfahren für Vitamin D entwickelt (3, 6), und sie wurde seither für verschiedene solcher Testverfahren verwendet (38, 8).

In Fortführung dieser Untersuchungen wurde ich mit der Aufgabe betraut, Bedarfsstudien für die Vitamine des B-Komplexes, Thiamin, Riboflavin, Pyridoxin, Nikotinsäure, Pantothensäure und Cholin anzustellen.

2. Eigene Untersuchungen

In zehn Fütterungsexperimenten wurde an insgesamt 3386 Wachtelküken der Bedarf der japanischen Wachtel an den Vitaminen Riboflavin, Pyridoxin, Nikotinsäure, Pantothensäure und Cholinchlorid gemessen an den Parametern Wachstum, Futterverwertung, Mortalität sowie Eintritt der Geschlechtsreife untersucht.

2.1. Methodik

Eintagsküken beiderlei Geschlechts wurde während der ersten 4 Lebenstage eine halbsynthetische Ration angeboten, welche ohne Zusatz der oben genannten Vitamine hergestellt worden war (Depletionsperiode).

Nach dieser Vorperiode wurden 6 bis 10 annähernd gewichtsgleiche Gruppen mit je drei bis fünf Wiederholungen gebildet und nach Zufall auf die Rationen verteilt. Die Versuchsrationen waren ausreichend vitaminisiert (4, 7), mit Ausnahme des jeweils zu testenden B-Vitamins, welches den Rationen in einer gestaffelten Dosierung zugesetzt wurde. Nach jeweils drei Versuchswochen war der erste Abschnitt (Kükenaufzucht) beendet. Es erfolgte eine Trennung der Tiere nach Geschlechtern, wonach die Junghennen in einem zweiten Abschnitt (Junghennenaufzucht) bis Ende der 6. Versuchswoche weitergeführt wurden. Nach dem gleichen Versuchsschema wurden auch die Versuche ohne Depletionsperiode durchgeführt.

Als Versuchskriterien dienten Gewichtsentwicklung und Futterverwertung, welche durch wöchentliche Einzelwiegung der Tiere bzw. Verzehrsmessung ermittelt wurden. Neben klinischen Veränderungen wurde die Mortalitätsrate festgestellt. Im zweiten Versuchsabschnitt wurden Gewichtsentwicklung, Eintritt der Geschlechtsreife und Legeleistung als Parameter herangezogen.

2.1.1. Tiermaterial

Als Versuchstiere wurden Eintagsküken aus institutseigener Zucht eingesetzt. Die Elterntiere erhielten während der gesamten Versuchsperiode ein Futter gleicher Zusammensetzung, dessen Vitaminisierung nicht zu augenfälligen Mangelercheinungen führte und sich seit Jahren bewährt hatte.

Die Depletionsperiode wurde in der Ernährung vorgeschaltet, um etwaige individuelle Unterschiede im Vitaminspeicher der Wachtelküken auszugleichen sowie in den anschließenden Versuchsabschnitten deutlichere Unterschiede in den Versuchskriterien zu erhalten.

Angesichts der geringen Speicherkapazität der B-Vitamine erschien eine derart kurze Depletionsperiode ausreichend, ohne überhöhte Verluste in Kauf nehmen zu müssen.

2.1.2. Haltung

Während der Depletionsperiode und der Kükenaufzuchtphase wurden die Wachteln in Plastikkäfigen - je nach Schlupf 7 bis 25 je Käfig - auf Drahtrosten unter 24-stündigem Dauerlicht gehalten. Die Raumtemperatur betrug für die frischgeschlüpften Tiere 40° C. Nach 4 und 8 Tagen wurde die Temperatur um jeweils 2° und anschließend jede Woche um weitere 4° C abgesenkt.

Futter und Wasser standen zur freien Aufnahme zur Verfügung. Um ein Futterverstreuen weitgehend zu vermeiden, wurden die Futtertröge mit Gittern abgedeckt. Das Trinkwasser wurde täglich erneuert.

Die Verteilung der Tiere im Raum erfolgte so, daß etwa vorhandene Stalleinflüsse (Wärme, Lichtintensität) auf alle Versuchsgruppen gleichmäßig verteilt waren.

Nach Abschluß der Kükenaufzuchtperiode wurden im zweiten Versuchsabschnitt die Junghennen in Legebatterien gehalten.

Tabelle 1

Halbsynthetische Basalration zur Wachtelaufzucht
(*Coturnix coturnix japonica*)

Rationszusammensetzung	(%)
Sojaprotein	35,0
Maisstärke	47,5
Sojaöl	7,5
Zellulose	2,0
Mineralstoff-Vormischung ⁺)	6,0
Vitamin-Vormischung ⁺⁺)	2,0
	100,0

+) Mineralstoff-Vormischung, entspricht 60 g/kg der fertigen Mischung:

CaCO ₃	15 g	C ₆ H ₅ FeO ₇ x 5 H ₂ O	450 mg
Ca ₃ (PO ₄) ₂	14 g	MnSO ₄ x H ₂ O	450 mg
K ₂ HPO ₄ (sicc.)	10 g	ZnCO ₃	40 mg
NaCl	8 g	CuSO ₄ x 5 H ₂ O	20 mg
Na ₂ HPO ₄ (sicc.)	7 g	KJ	40 mg
MgSO ₄ x 7 H ₂ O	5 g		

++) Vitamin-Vormischung (auf Maisstärke), entspricht 20 g/kg der fertigen Mischung:

Vitamin A	10000 I.E.	Vitamin E	50 mg	Ascorbinsäure	25 mg
Vitamin D ₃	1000 I.E.	Vitamin B ₁₂	50 mcg	Glykokoll	4 g
Vitamin K ₃	1 mg	Folsäure	4 mg	DL-Methionin	6 g
		Biotin	300 mcg		
Thiamin	25 mg	Pyridoxin	8 mg	Ca-Pantothenat	20 mg
Riboflavin	15 mg	Nikotinsäure	100mg	Cholinchlorid	2000mg

Rohnährstoffanalyse (n = 7, ± s = Standardabweichung):

Rohprotein: 31,1±0,9 %; Rohfett: 8,2±1,1 %; Rohasche: 5,5±0,3 %;
Rohwasser: 10,2±0,1; Calcium: 1,16±0,1; Phosphor: 0,76±0,04.

Vitamin-Gehalte (mg/kg Ration ohne Vitamin-Vormischung):

Thiamin:	0,9	Riboflavin:	0	Nikotinsäure:	8
Cholin:	190	Ca-Pantothenat:	0	Pyridoxin:	≈ 0

Errechneter Energiegehalt: 3640 kcal UE / kg

2.1.3. Herstellung der Versuchsrationen

Als Basaldiät für den gesamten Versuchsablauf diente eine halbsynthetische Ration (Tab. 1) nach GROPP und ZUCKER (1969). Die Mineralstoff- und Vitaminvormischung entsprach der von ZUCKER und BRÜGGEMANN (1960) für das Hühnerküken entwickelten Mischung. Entsprechend der Versuchsanordnung fehlte in der Kontrollration jeweils das zu testende Vitamin; den übrigen Rationen wurde es in gestaffelter Dosierung zugesetzt.

Die Depletionsration dagegen enthielt keine Zumischung der zu prüfenden B-Vitamine. Die Werte der Rohnährstoffanalyse sowie der analytisch¹⁾ ermittelten Vitamin B-Gehalte der Depletionsration sind ebenfalls in Tab. 1 aufgeführt.

2.1.4. Auswertung

Alle Versuchsergebnisse werden als Mittelwert der Wiederholungen + Standardabweichung angegeben. Wegen der geringen Aussagekraft der Standardabweichung bei weniger als 4 Wiederholungen wird hier zusätzlich die Spannweite (R) aufgeführt.

Die 3-Wochen-Endergebnisse der Kükenversuche wurden statistisch ausgewertet. In allen Versuchen wurden die Gruppen auf Normalverteilung (20) und Varianzhomogenität (19) geprüft. Bei Vorliegen von Normalverteilung und Varianzhomogenität wurde mittels der Einfachvarianzanalyse (Zunahme-Versuche 1, 9 und 10, Futterverwertung-Versuch 10) bzw. Zweifachvarianzanalyse (Zunahme-Versuche 6, 7 und 8, Futterverwertung-Versuche 7 und 8) auf Signifikanz geprüft (25). Zur Erkennung signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen wurde der Tukey-Test verwendet (25). Bei fehlender

1) Die Analysen wurden für uns dankenswerter Weise im Institut für Physiologische Chemie an der tierärztlichen Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Dr. J. Schöle) durchgeführt.

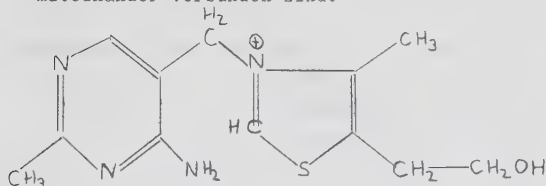
Normalverteilung wurden der H-Test nach Kruskall und Wallis zur Signifikanzprüfung sowie der U-Test nach Man und Whitney (25) angewendet (Zunahme-Versuche 3, 4 und 5, Futterverwertung-Versuche 1, 3, 4, 5 und 9).

Versuch 2 wurde wegen der augenfällig geringen Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen nicht statistisch ausgewertet. Für die Gewichtszunahme in den Versuchen 1, 4, 5, 7 und 9 wurde eine Regression mit orthogonalen Polynomen errechnet (34).

2.2. Thiamin (Vitamin B₁)

2.2.1. Literaturübersicht

Das Vitamin B₁ besteht aus einem Pyrimidin- und einem schwefelhaltigen Thiazolring, die über eine Methylenbrücke miteinander verbunden sind.



Thiamin kommt reichlich in Kleie und Extraktionsschroten, aber auch in Hefe sowie in tierischen Organen (Leber, Nieren) vor.

Bereits durch geringfügige Veränderungen am Thiaminmolekül kann die Vitaminwirksamkeit vermindert werden bzw. zur Bildung von Vitamin B₁-Antagonisten führen.

Thiamin wird bereits in der Darmschleimhaut in das aktive Thiaminpyrophosphat überführt, welches als Coferment sowohl bei der oxidativen Decarboxilierung von Ketosäuren, als auch bei der Übertragung des aktivierten Glycolaldehyds im Rahmen des Hexose-Pentose-Phosphatzzyklus eine Rolle spielt. Mit steigendem Kohlenhydratanteil des Futters nimmt der

Thiaminbedarf der Tiere zu. Bei wachsenden Hühnern und Truthühnern beträgt er 2,0 mg/kg (15), bei Lege- und Zuchthühnern 2,5 mg/kg Futter. Ein Mangel an Thiamin führt zu Wachstumsdepression, verminderter Legeleistung und Schlupffähigkeit.

Von einem Thiamin-Defizit bei der japanischen Wachtel berichteten CHARLES et al. (1972).

Die Wachtelzuchtherde der Universität Georgia wurde mit einem handelsüblichen Putenzuchtfutter ohne Thiaminzusatz gefüttert. Jeder Schlupf zeigte zu einem gewissen Prozentsatz (1 bis 5 %) die klassischen Symptome der Polyneuritis. Die erkrankten Küken reagierten positiv auf eine Thiamininjektion. Der Thiamingehalt des Truthuhnzuchtfutters, welches zum größten Teil aus Mais bestand wurde mit 3,2 ppm berechnet, wobei der Mais als vorwiegende Thiaminquelle diente. Da der Vitamin B₁-Gehalt von Mais nach SCOTT et al. (1969) aber um ca. 50 % variieren kann, folgerten die Autoren, daß die genannte Ration möglicherweise nur die Hälfte des berechneten Wertes enthalten konnte. Gleichzeitig kann aber geschlossen werden, daß der Bedarf von Legewachsteln die für das Truthuhn gültigen Angaben (0,8 mg/kg; POLIN et al. 1963) überschreitet.

2.2.2. Ergebnisse

Versuch 2 (20. 8. 1970 - 31. 10. 1970)

360 Eintagsküken erhielten über 4 Tage eine Depletionsration. Anschließend wurden 12 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 3 x 10 Küken gebildet. Die Versuchsrationen enthielten 0, 2, 4, 8, 16, bzw. 32 ppm Thiaminzusatz, jeweils ohne und mit einer Antibiotikazumischung (200 ppm CTC).

Der erste Versuchsabschnitt erstreckte sich über 3 Wochen.

Der zweite Versuchsabschnitt wurde über weitere 3 Wochen

mit den Junghennen der antibiotikafreien Rationsgruppen aus Versuchsabschnitt 1 durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 wiedergegeben.

Alle Küken der Rationsgruppen ohne Thiaminzusatz waren noch vor Ablauf der ersten Versuchswoche verendet. Die, bei den übrigen Rationsgruppen bereits nach einer Versuchswoche deutliche, teilweise ungewöhnlich hohe Mortalitätsrate war weder mit dem Thiamingehalt, noch mit dem Antibiotikazusatz zum Futter korreliert (sh. Tab. 2).

Das mittlere Körpergewicht der Wachtelküken betrug zu Versuchsbeginn 8,1 g. Die 3-Wochen-Zunahmen aller Rationsgruppen mit Thiaminzusatz unterschieden sich nicht voneinander. Ebenso zeigten die Futterverwertungszahlen keine deutlichen Unterschiede. Gemessen an der durchschnittlichen 3-Wochen-Zunahmerate von 60,8 g der antibiotikumfrei gefütterten Tiere war ein wachstumssteigernder Einfluß durch Antibiotikumzufütterung mit 1,5 g (+ 2,5 %) Mehrzunahmen der Gruppen 8 bis 12 bei Versuchsende nur undeutlich zu erkennen.

Am Ende des zweiten Versuchsabschnitts (Junghennenaufzucht, Tab. 3) ergab sich für die Rationsgruppe mit 8 ppm Thiaminzusatz im Futter bei durchschnittlichem Körpergewicht von 130,8 g, gegenüber den Gruppen mit 2, 4, 16 bzw. 32 ppm Vitamin B₁, eine um 11,0, 13,4, 5,1 bzw. 14,8 g verbesserte Gewichtsentwicklung. Es ist in diesem Zusammenhang anzufügen, daß das 3-Wochengewicht der Junghennen in der 8 ppm-Thiamingruppe mit 72,1 g vergleichsweise zu den Körpergewichten der weiblichen Tiere aus den übrigen Rationsgruppen bereits durchschnittlich um $3,7 \pm 0,8$ g angehoben war.

Mit der Legetätigkeit begannen die Hennen der Gruppen mit 4, 8 bzw. 16 ppm Thiaminzusatz am 33. Versuchstag, während die Gruppe mit 2 ppm um 2 Tage, die mit 32 ppm Thiaminzusatz um 4 Tage später einsetzte. Die Eiproduktion war bei der 8 ppm-Gruppe mit 22 g Ei/Tier gegenüber den Rations-

Tabelle 2: Ergebnisübersicht zu Versuch 2

Wachstum und Futterverwertung von Wachtelküken in Abhängigkeit vom Thiamingehalt der Ration.

Code Nr.	ohne Antibiotikum						mit Antibiotikum (200 ppm CTC)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Thiaminzusatz (ppm) 1)	0	2	4	8	16	32	0	2	4	8	16	32
Tierzahl	3 x 10						3 x 10					
Mortalitätsrate (%)	100	0	0	16,7	13,3	6,7	100	6,7	10	10	26,7	16,7
Zunahmen (kumulativ g ± s)												
1 Woche	17,7	18,1	17,8	18,3	18,0		19,1	19,3	19,1	18,8	18,0	
	0,4	1,1	0,8	0,6	1,9		0,6	0,6	0,8	2,0	0,6	
2 Wochen	39,1	39,5	39,6	40,8	40,2		40,9	42,2	40,7	41,8	40,4	
	2,3	1,4	0,9	0,3	3,0		0,1	1,4	1,9	2,8	1,8	
3 Wochen	60,0	61,7	61,6	61,3	59,3		60,9	61,1	62,5	63,9	63,0	
	3,8	1,5	3,8	0,8	1,0		3,3	3,4	2,5	2,4	3,7	
R 2)	7,5	2,8	7,4	1,4	1,9		6,4	6,7	4,9	4,7	7,5	
g Futter / g Zunahme												
(3 Wochen kumulativ ± s)	2,15	2,17	2,14	2,07	2,24		2,17	2,18	2,06	2,20	2,12	
	0,09	0,17	0,06	0,03	0,08		0,05	0,21	0,14	0,05	0,02	
R 2)	0,18	0,33	0,10	0,06	0,13		0,09	0,37	0,27	0,09	0,03	

1) Grundgehalt der Basalration: 0,9 ppm Thiamin

2) R = Spannweite (g)

Tabelle 3

Gewichtsentwicklung und Legeleistung von Wachtelhennen in Abhängigkeit von der Thiaminversorgung nach 6 Versuchswochen.

Code Nr.	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Thiaminzusatz (ppm) ¹⁾	2	4	8	16	32
Tierzahl	13	12	14	12	12
Körpergewicht (g ± s)					
Versuchsbeginn (3 Wochen)	69,1 10,1	67,8 8,8	72,1 8,4	69,2 10,3	67,6 6,7
6 Wochen	119,8 11,8	117,4 10,2	130,8 7,8	125,7 13,5	116,0 14,8
1. Eiablage (Versuchstag)	35	33	33	33	37
g Ei/Henne	6,1	14,3	22,0	14,3	6,5

¹⁾ Grundgehalt der Basalration: 0,9 ppm Thiamin

gruppen mit 4 bzw. 16 ppm um 7,7 g, gegenüber der 2 bzw. 32 ppm-Gruppe um 15,9 bzw. 15,5 g Ei/Tier erhöht. Da sich in der eigentlichen Aufzuchtperiode keine Unterschiede zwischen den Gruppen haben erkennen lassen, wurde ein zweiter Versuch mit niedrigeren Thiaminzusätzen durchgeführt.

Versuch 3 (15. 9. 1970 - 6. 10. 1970)

In Versuch 3, dem keine Depletionsperiode voranging, wurde eine engere Thiaminabstufung gewählt. Die Versuchsrationen enthielten 0, 1, 1,5 bzw. 2 ppm zugesetztes Thiamin im Futter. Für den Versuch wurden 120 Eintagsküken in annähernd 4 gewichtsgleiche Gruppen zu je 3 x 10 Tiere eingeteilt und nach Zufall auf die Rationen verteilt. Die Versuchsdauer betrug 3 Wochen.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Die Küken der Kontrollgruppe waren mit Abschluß der zweiten Versuchswoche verendet. In Rationsgruppe 4 waren bereits im Verlauf der ersten Versuchswoche 5 von 30 (16,7 %) der bei Versuchsbeginn eingesetzten Wachtelküken eingegangen.

2 ppm Thiaminzusatz bewirkten gegenüber 1 ppm eine Verbesserung der 3-Wochen-Zunahmerate (51,3 g) um 11,6 g ($p < 0,1$), 1,5 ppm Thiaminzusatz gegenüber 1 ppm noch eine Verbesserung um 8,0 g ($p < 0,1$).

Die Futterverwertungszahlen für die 2 und die 1,5 ppm-Gruppe betrugen je 2,09 g Futter / g Zunahme, was einer Verbesserung von 0,20 g Futter / g Zunahme ($p < 0,1$) gegenüber der 1 ppm-Thiamin-Gruppe bedeutet.

Tabelle 4: Ergebnisübersicht zu Versuch 3

Wachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Wachtelküken
in Abhängigkeit vom Thiamingehalt der Ration.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)
Thiaminzusatz ¹⁾ (ppm)	0	1	1,5	2
Tierzahl	3 x 10			
Mortalitätsrate (%)	100	50	3,3	20
Zunahmen (kumulativ $g \pm s$)				
1 Woche	0,8 0,5	10,1 2,2	11,5 0,9	13,3 1,1
2 Wochen		30,0 3,4	34,1 1,1	37,5 1,9
3 Wochen ²⁾		51,3 ^a 4,4	59,3 ^b 2,0	62,9 ^b 1,7
R ³⁾		8,7	3,4	3,4
g Futter / g Zunahme				
(3 Wochen kumulativ $g \pm s$) ²⁾		2,29 ^a 0,11	2,09 ^b 0,05	2,09 ^b 0,04
R ³⁾		0,22	0,09	0,07

¹⁾ Grundgehalt der Basalration: 0,9 ppm Thiamin

²⁾ Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind mit $P < 0,1$
voneinander verschieden.

³⁾ R = Spannweite (g)

2.2.3. Schlußfolgerungen

Im ersten Versuch konnte in der Kükenaufzucht bis zu 3 Wochen bei Thiaminzusätzen von 2 bis 32 ppm kein Unterschied in Wachstum und Futterverwertung festgestellt werden. Da die im 2. Versuch geprüften Thiamin-Dosierungen < 2 ppm zu schlechteren Ergebnissen geführt hatten, scheint eine Bedarfsschätzung für Thiamin von 3 ppm (2 ppm Zusatz + 0,9 ppm Rationsgehalt) vorerst für gerechtfertigt.

Für die Junghennenaufzucht ergibt sich dagegen mit 5 - 9 ppm Thiamin ein deutlich höherer Bereich.

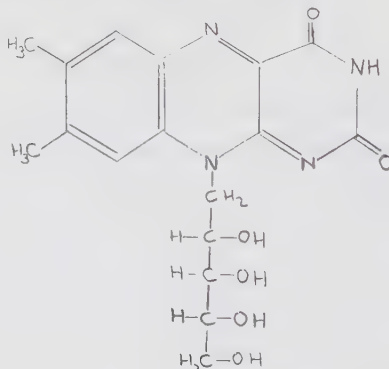
Außer erhöhter Mortalität, Wachstumsdepression, mangelhaftem Federwachstum und Enteritis konnte bei einigen Küken mit mangelhafter Thiaminversorgung auch *Opisthotonus* festgestellt werden. Diese Beobachtung machten auch CHARLES et al. (1972) bei ihren Untersuchungen.

Die nur geringfügig verbesserten Zunahmeraten um 1,5 g der antibiotikumgefütterten Küken gegenüber den antibiotikumfrei gefütterten stimmen gut mit den Erfahrungen von SCHULZ und GROPP (1973) überein.

2.3. Riboflavin (Vitamin B₂)

2.3.1. Literaturübersicht

Riboflavin besteht aus einem Isoalloxazinring mit einer Ribitylseitenkette am mittleren Ring.



Es kommt vor allem in Hefen, grünen Futterpflanzen und Grünmehlen vor.

Riboflavin ist Coenzym der Flavinenzyme, die vor allem bei der Oxidation des Wasserstoffs (FMN, FAD), bei Dehydrogenierungen von Substraten und beim Auf- und Abbau von Fettsäuren beteiligt sind.

Bei einseitiger Ernährung sind vorwiegend beim Geflügel Ausfallserscheinungen, wie Hemmung des Wachstums und der Fruchtbarkeit zu beobachten. Außerdem nimmt die Legetätigkeit ab.

Bei längerer Unterversorgung mit Riboflavin kommt es zu Veränderungen besonders an Haut und Nerven, was beim Küken zur typischen Fußparalyse führt.

Der Bedarf an Vitamin B₂ beträgt bei Hühnerküken und Legenhennen 4,5 mg/kg Futter (15). SERAFIN (1974) fand für die Bobwhite Wachtel einen Bedarf von 3,8 ppm.

2.3.2. Ergebnisse

Versuch 1 (25. 7. 1970 - 9. 9. 1970)

126 Eintagsküken erhielten über 4 Tage die Depletionsration. Unmittelbar darauf wurden 6 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 3 x 7 Tieren gebildet und nach Zufall auf die Versuchsrationen verteilt.

Der Riboflavinzusatz betrug 1, 2, 4, bzw. 16 ppm. Nach 3 Wochen war der erste Versuchsabschnitt (Kükenaufzucht) beendet.

Der zweite Versuchsabschnitt (Junghennenaufzucht) wurde im Anschluß daran mit den weiblichen Tieren der 4, 8 und 16 ppm Riboflavin-Rationsgruppen über weitere 3 Wochen durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 5 und 6 wiedergegeben.

Während der Kükenaufzichtsperiode verendeten bis Ende der

Tabelle 5: Ergebnisübersicht zu Versuch 1

Wachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Wachtelküken
in Abhängigkeit vom Riboflavingehalt der Ration.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Riboflavinzusatz (ppm)	0	1	2	4	8	16
Tierzahl	3 x 7					
Mortalitätsrate (%) (in 3 Wochen)	100	100	76	0	5	10
Zunahmen (kumulativ $\bar{g} \pm s$)						
1 Woche	2,4 0,3	5,3 1,2	7,2 1,1	12,3 0,8	19,3 0,7	19,9 0,7
2 Wochen			14,7 5,8	37,0 0,6	43,5 1,4	45,6 0,6
3 Wochen ¹⁾			29,5 6,2	61,9 0,6	68,6 2,0	69,8 2,0
R ²⁾			11,6	1,1	3,9	3,7
g Futter / g Zunahme (3 Wochen kumulativ $\pm s$) ³⁾						
				2,03 0,08	1,99 0,04	2,05 0,05
R ²⁾				0,15	0,07	0,10

¹⁾ GD $p < 0,1 = 6,5$, GD $p < 0,05 = 7,6$, $p < 0,005 = 11,6$ g Zunahme

²⁾ R = Spannweite (g)

³⁾ keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,1$)

zweiten Versuchswoche in den Rationsgruppen mit 0 bzw. 1 ppm Riboflavinzusatz jeweils 19 der zu Versuchsbeginn eingesetzten 21 Wachtelküken (91 %).

Zu Versuchsende betrug die Mortalitätsrate in den genannten Rationsgruppen 100 %. In der Gruppe mit 2 ppm Riboflavinzusatz betrug sie 76 % (16 von 21 Tieren), während in den Gruppen mit 4, 8 bzw. 16 ppm zugesetztem Riboflavin im Futter 0, 1 (5 %) bzw. 2 (10 %) Wachtelküken verendet waren.

Das mittlere Körpergewicht der Küken betrug zu Versuchsbeginn 8,5 g.

Die 3-Wochen-Zunahmen der 2 ppm-Riboflavingruppe waren mit 29,5 g hochsignifikant ($p < 0,005$) von den Gruppen mit 4, 8 und 16 ppm Riboflavinzusatz verschieden. Zwischen 61,9 g Zunahme der 4 ppm Riboflavinzusatz-Gruppe und 68,6 bzw. 69,8 g Zunahme der Gruppe mit 8 bzw. 16 ppm Riboflavinzusatz bestand ein mit $p < 0,1$ bzw. $< 0,05$ signifikanter Unterschied.

Die Regressionskurve (Abb. 1) erreicht ein Maximum bei ca. 9 ppm.

Die Futterverwertungszahlen der Rationsgruppe mit 4, 8 bzw. 16 ppm Riboflavinzusatz zeigten keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,1$). In der Rationsgruppe mit 2 ppm Vitamin B₂-Zusatz war die Verzehrsmessung wegen der hohen Verlustrate mit einer zu großen Fehlerquote behaftet. Die Futterverwertung wurde deswegen nicht errechnet.

Im zweiten Versuchsabschnitt (Junghennenaufzucht, Tab. 6) war nach 6 Wochen mit 128,3, 124,2 bzw. 128,0 g KG bezüglich der Gewichtsentwicklung nahezu kein Unterschied zwischen den drei geprüften Rationsgruppen (mit 4, 8 bzw. 16 ppm Riboflavinzusatz) festzustellen (Tab. 6).

Die Legetätigkeit setzte bei den Junghennen mit 4 ppm Riboflavinzusatz zwei Tage später ein als bei den Tieren der übrigen Rationsgruppen, was bis Versuchsende 7 gegenüber 9 Legetagen entsprach.

KORRELATION von RIBOFLAVIN-VERSORGUNG und
3 WOCHEN-GEWICHTSZUNAHMEN von WACHTELKÜKEN
VERSUCH I

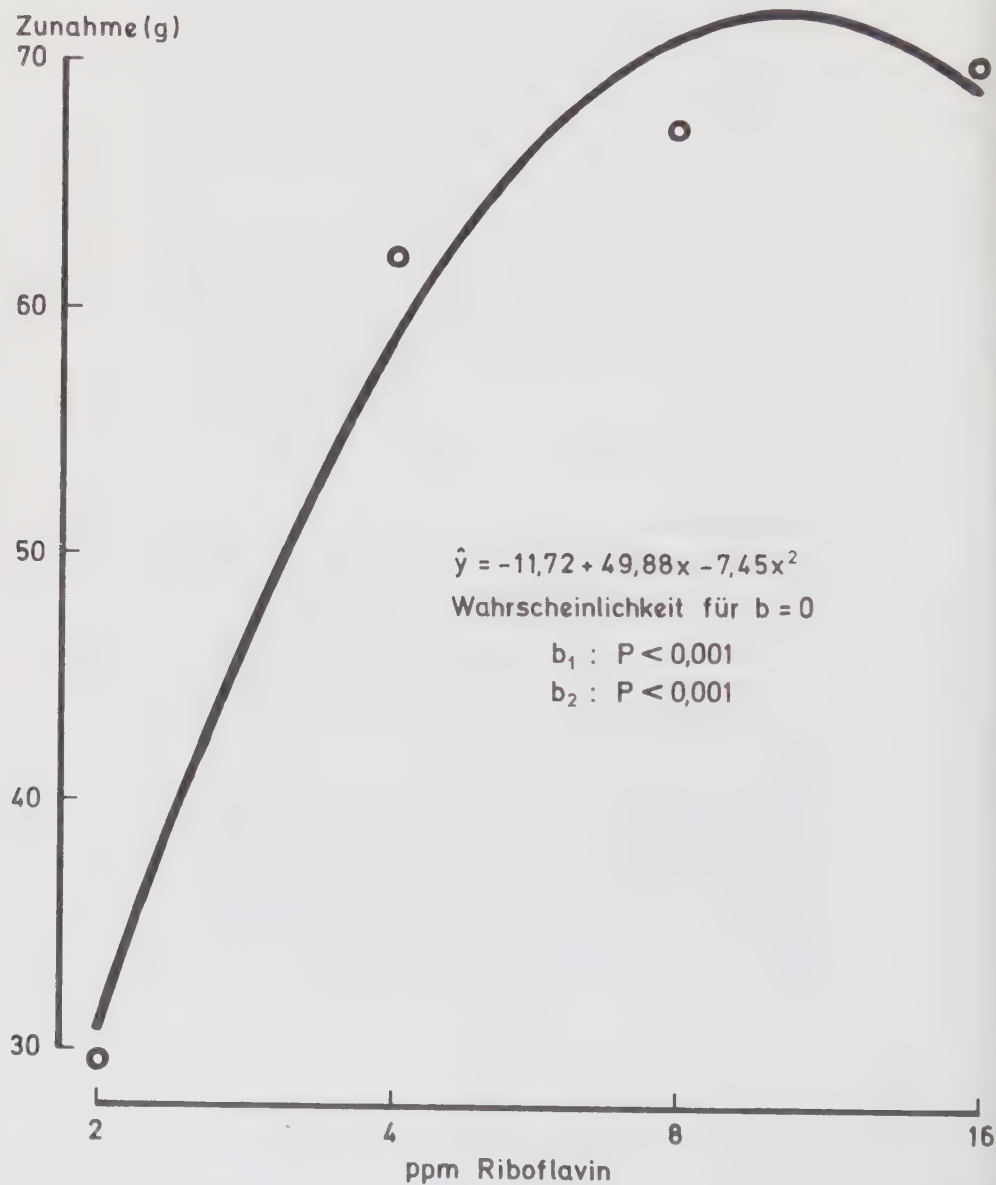


Tabelle 6

Gewichtsentwicklung und Legeleistung von Wachtelhennen in Abhängigkeit von der Riboflavinversorgung nach 6 Versuchswochen.

Code Nr.	(4)	(5)	(6)
Riboflavinzusatz (ppm)	4	8	16
Tierzahl	9	11	8
Körpergewicht (g $\pm$ s)			
Versuchsbeginn (3 Wochen)	71,4 5,8	75,8 3,6	76,3 7,4
6 Wochen	128,3 12,5	124,2 11,0	128,0 14,5
1. Eiablage (Versuchstag)	35	33	33
g Ei / Henne	6,7	15,8	21,6

Mit 6,7 g Ei / Tier lag die Eiproduktionsrate in der 4 ppm-Riboflavin-Versuchsgruppe deutlich unter den entsprechenden Werten der 8 ppm- (15,8 g Ei / Henne) und der 16 ppm- (21,6 g Ei / Henne) Gruppe.

2.3.3. Schlußfolgerungen

In der Kükenaufzucht bis zur dritten Woche erwies sich eine Versorgung mit 8 ppm Riboflavin für beste Zunahmeraten als ausreichend, für optimale Futtermittelverwertung genügten bereits 4 ppm. Für geringste Mortalität reichten ebenfalls bereits 4 mg/kg Futter. Der Bedarf mag danach eher auf 8 ppm geschätzt werden.

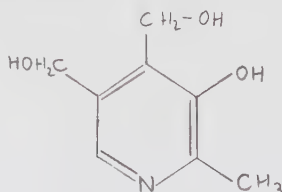
Optimale Gewichtsentwicklung der Junghennen bis zur 6. Woche (128,3 g) wurden mit 4 ppm erreicht. Dagegen ergaben sich für das Kriterium Geschlechtsreife Vorteile bei der höchsten geprüften Dosierung. Eine Bedarfsschätzung scheint hier kaum möglich.

Damit ist der Riboflavinbedarf von Wachtelküken und Junghennen etwas höher zu veranschlagen, als der von Hühnerküken und Bobwhite Wachteln sowie Legehennen mit 3,6 - 4,5 bzw. 2,2 - 4,5 mg/kg Futter (15, 18, 28).

2.4. Pyridoxin (Vitamin B₆)

2.4.1. Literaturübersicht

Das Vitamin B₆ ist ein Pyridinderivat. Es kommt als Alkohol, Aldehyd und Amin vor, wobei die aktive Form des Vitamin B₆ das Pyridoxalphosphat bzw. das Pyridoxamin darstellt.



Das Pyridoxin kommt reichlich in grünen Pflanzen, Hefen und Körnerfrüchten vor.

Als Coenzyme der Transaminasen spielen B₆ Vitamine eine wichtige Rolle im Eiweißstoffwechsel. Vitamin B₆ ist außerdem bei der Decarboxylierung der Aminosäuren, bei der Abspaltung von Schwefelwasserstoffen aus sulfhydrylartigen Verbindungen und bei Anhydrid-Kondensreaktionen von Aminosäuren beteiligt. Bei der Überführung des Tryptophan in Niacin und beim Glycogenabbau spielt das Pyridoxalphosphat ebenfalls eine Rolle.

Vitamin B₆-Mangel führt zu vermindertem Wachstum, nervösen Krämpfen und bei Hennen zu verminderter Legetätigkeit und herabgesetzter Schlupffähigkeit der Eier. Der Pyridoxinbedarf erhöht sich bei steigendem Eiweißgehalt der Ration. Er wird für Hühnerküken und Masthühner mit 4,5, für Legenhennen mit 3,5 bzw. Truthühner mit 4,5 mg/kg Futter angegeben (15).

2.4.2. Ergebnisse

Versuch 4 (15. 9. 1970 - 31. 10. 1970)

300 Eintagsküken wurden in 2 Gruppen unterteilt, wobei aus der ersten Gruppe 5 gewichtsgleiche Rationsgruppen zu je 3 x 10 Küken gebildet wurden, während diese Aufteilung für die zweite Gruppe erst nach einer 4-tägigen Depletionsperiode vorgenommen wurde.

Die Versuchsrationen enthielten für beide Gruppen, 1 bis 5 bzw. 1 D bis 5 D, 0, 1, 2, 4 bzw 8 ppm zugesetztes Pyridoxin. (sh. Tab. 7)

An die 3-wöchige Kükenaufzucht schloß sich die Junghennen-aufzuchtperiode über weitere 3 Wochen mit den Hennen aus den Rationsgruppen 3, 4 und 5, sowie 4 D und 5 D an.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 7 und 8 aufgeführt.

Tabelle 7: Ergebnisübersicht zu Versuch 4

Wachstum und Futterverwertung von Wachtelkükken in Abhängigkeit Pyridoxingehalt der Ration

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1D)	(2D)	(3D)	(4D)	(5D)
Pyridoxinzusatz (ppm)	-	1	2	4	8	-	1	2	4	8
Tierzahl	3 x 10					3 x 10				
Mortalitätsrate (%)	100	56	6	6	3	100	53	0	6	0
Zunahmen (kumulativ g $\pm$ s)										
4 Tage	1,9 0,2	3,6 0,8	4,5 0,4	6,2 0,3	5,6 0,6					
11 Tage		13,8 3,1	25,8 1,3	27,4 0,7	27,8 0,4		9,9 0,7	18,6 1,4	18,6 1,1	19,5 1,6
18 Tage		28,8 4,7	47,6 2,3	50,2 1,8	53,2 1,0		24,5 4,2	40,8 2,9	42,2 2,1	43,6 2,2
25 Tage ¹⁾		49,3 ^a 3,9	69,9 ^{bc} 2,9	71,4 ^{cd} 2,4	75,3 ^d 1,5		40,8 ^a 7,9	64,8 ^b 3,7	65,6 ^b 2,6	68,2 ^b 1,0
R 2)		7,4	5,3	4,7	2,9		15,4	6,5	5,2	1,9
g Futter / g Zunahme (3 Wochen kumulativ $\pm$ s)		2,59 ^{ac} 0,17	2,41 ^{abc} 0,20	2,34 ^{abd} 0,23	2,18 ^{bd} 0,18		2,70 ^c 0,08	2,24 ^{bd} 0,04	2,16 ^d 0,13	2,20 ^{bd} 0,11
R 2)		0,31	0,37	0,45	0,34		0,15	0,07	0,24	0,20

1) Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind mit $p < 0,1$ voneinander verschieden

2) R = Spannweite (g)

Das mittlere Schlupfgewicht betrug bei den nicht depletierten Tieren 7,4 g, das Anfangsgewicht bei den depletierten Tieren (nach 4 Tagen) 8,1 g.

Die Mortalität lag nach der zweiten Versuchswoche sowohl für die depletierten als auch für die nicht depletierten Tiere der Kontrollgruppe bei 100 %. Nach den 3 Versuchswochen betrug die Mortalität für die 1 ppm-Gruppen 56 bzw. 53 %, für die übrigen Rationsgruppen zwischen 0 und 6 %. Die höchsten Zunahmen erreichten mit 75,3 g (nicht depletierte Küken) bzw. 68,2 g (depletierte Küken) die Gruppen mit 8 ppm Pyridoxinzusatz, sie unterschieden sich aber nicht signifikant ($p > 0,1$) von den Zunahmen der Gruppen mit 4 ppm Pyridoxinzumischung (71,4 bzw. 65,6 g). 2 ppm Pyridoxin waren nur in den nicht depletierten Gruppen schlechter ($p < 0,1$) als 8 ppm. Diese 3 Rationsgruppen unterschieden sich jedoch mit $p < 0,1$ von denen mit nur 1 ppm Pyridoxinzusatz.

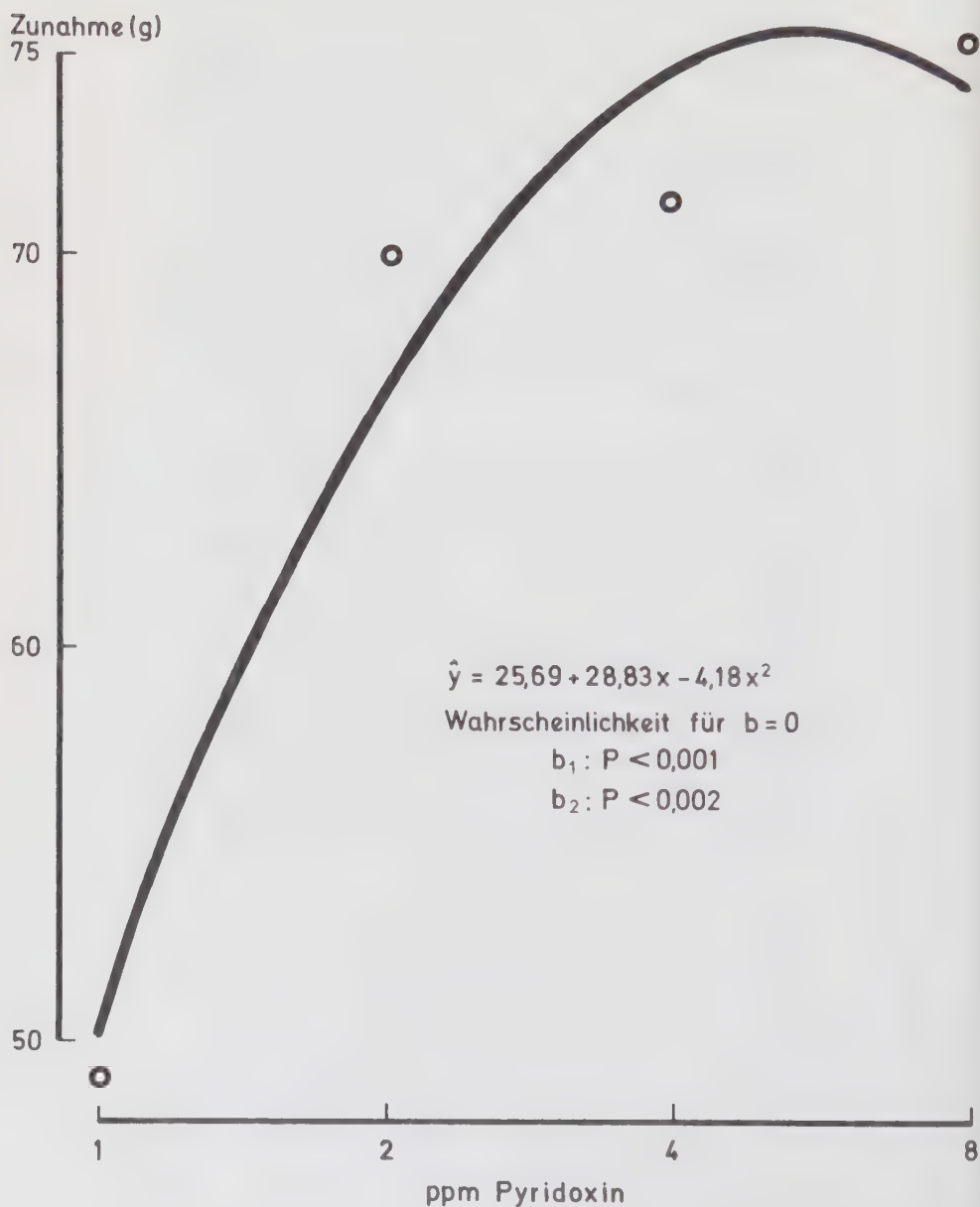
Für nicht depletierte und depletierte Wachtelküken läßt sich die Beziehung zwischen Pyridoxinversorgung und Wachstum in einer curvilinearen Regression ausdrücken (Abb. 2 und 3). Hiernach wird optimales Wachstum bei ca. 5 ppm erreicht.

Die Futterverwertung war bei den nicht depletierten Küken für 8 ppm Vitamin B_6 -Zumischung besser ($p < 0,1$) als für 1 ppm. Bei den depletierten Küken unterschieden sich 2, 4 und 8 ppm untereinander nicht, alle aber von 1 ppm ($p < 0,1$). Nach 3 Wochen Junghennenaufzucht (Tab. 8) hatten sich die Gewichts differenzen der depletierten Tiere und der nicht depletierten Tiere weitgehend ausgeglichen. Bezüglich der Versuchskriterien Legetage und g Ei / Tier waren keine deutlichen Unterschiede zu verzeichnen.

Abb.: 2

KORRELATION von PYRIDOXIN - VERSORGUNG und
25 TAGE - GEWICHTSZUNAHMEN von WACHTELKÜKEN
VERSUCH IV ohne DEPLETION

- 24 -



KORRELATION von PYRIDOXIN-VERSORGUNG und
25 TAGE - GEWICHTSZUNAHMEN von WACHTELKÜKEN
VERSUCH IV mit DEPLETION

Abb.: 3

- 25 -

zunahme (g)

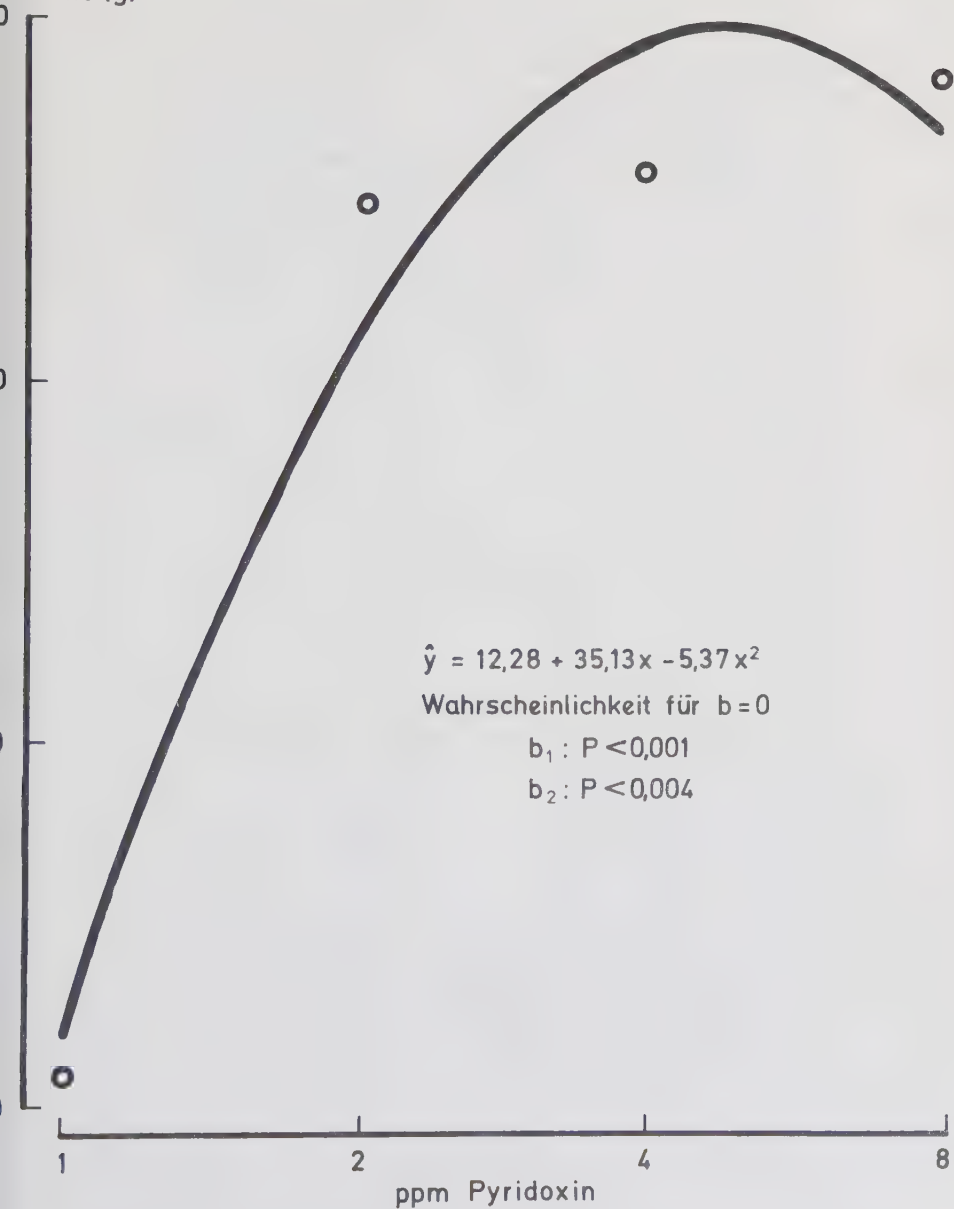


Tabelle 8

Gewichtsentwicklung und Legeleistung von Wachtelhennen in Abhängigkeit von Pyridoxinversorgung nach 6 Versuchswochen.

Code Nr.	nicht depletiiert		depletiiert ¹⁾	
	(3)	(4)	(5)	(5D)
Pyridoxinzusatz (ppm)	2	4	8	8
Tierzahl	12	13	13	17
Körpergewicht g $\pm$ s				
Versuchsbeginn (3 Wochen)	80,8 4,9	79,2 6,6	83,4 4,6	75,6 4,8
6 Wochen	129,8 9,7	127,8 9,2	132,0 15,9	132,6 10,9
1. Eiablage (Versuchstag)	34	33	34	36
g Ei / Henne	25,1	23,1	23,6	24,8

¹⁾ 4 Tage Depletion der Eitagskücken

2.4.3. Schlußfolgerungen

In der Kükenaufzucht wurden die jeweils besten Werte im Bereich 4 - 8 ppm Pyridoxin erreicht. Numerische Wachstumsunterschiede zwischen den Gruppen mit 4 und 8 ppm Pyridoxin im Futter hatten sich als nicht signifikant erwiesen. Möglicherweise darf der regressionsanalytisch ermittelte Wert von 5 ppm Pyridoxin als die beste Näherung für den tatsächlichen Bedarf verstanden werden.

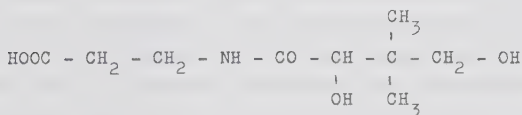
Für Junghennen dürfen bereits 2 ppm Pyridoxin als bedarfsdeckend bezeichnet werden.

Damit liegt der Bedarf von Wachtelküken in der Größenordnung des Hühner- und Putenkükens.

2.5. Pantothensäure

2.5.1. Literaturübersicht

Die Pantothensäure ist eine Verbindung aus α - δ Dihydroxi- β , β -dimethylbuttersäure und β -Alanin.



β -Alanin

α - δ Dihydroxi- β ,
 β -dimethylbuttersäure

Die Pantothensäure ist weit verbreitet, sie kommt besonders viel in Hefe, Kleie, Leber und Nieren vor. Im intermediären Stoffwechsel der Fette spielt sie als Bestandteil des Coenzym A eine wichtige Rolle. So ist das Co-A beim Stoff-

wechsel der Fettsäuren und bei der Steroidsynthese von Bedeutung.

Pantothensäuremangelerscheinungen sind selten, sie werden aber gelegentlich nach einseitiger Fütterung bei Schweinen und beim Geflügel beobachtet. In erster Linie kommt es dabei zu entzündlichen Erscheinungen an den Schleimhäuten sowie zu Haut- und Haarveränderungen. Beim Geflügel stehen Hautentzündungen und struppige Befiederung (Hühnerpellagra) im Vordergrund. Bei Jungtieren kommt es zu Wachstumsstillstand, außerdem wird die Schlupffähigkeit herabgesetzt, und es schlüpfen lebensschwache Küken. Der Bedarf beträgt bei Truthühnern und Hühnerküken 15 ppm, bei Masthähnchen und Legehennen 11 mg/kg Futter (15). Nach neueren Untersuchungen genügen bei Hühnermastküken bereits 7,8 ppm (24). Für die Bobwhite Wachtel liegt der Bedarf an Pantothensäure bei 12,6 mg pro kg Futter (28). Den Pantothensäurebedarf der Japanischen Wachtel ermittelten SPIVEY - FOX et al. (1966). Sie verfütterten eine gereinigte Diät, die aus 35 % Sojaprotein, 53,2 % Dextrose, 4 % Maisöl, 6 % Mineralsalzen, 1 % Glycin und 0,8 % Vitaminvormischung bestand, an Wachteleintagsküken. Die verschiedenen Rationsgruppen enthielten zwischen 0 und 200 ppm zugesetztes Calciumpantothenat. Geringste Mortalität und optimales Wachstum wurden bereits mit 15 ppm erreicht. Für normale Befiederung waren dagegen 30 ppm Calciumpantothenat erforderlich. Dermatitis, Gefiederdepigmentation und Hämorrhagien wurden nicht beobachtet. Die Länge der ersten Schwungfeder stand bei den Küken im Alter von einer Woche eng mit dem Ca-Pantothenatgehalt (0 - 40 ppm) der Ration in Beziehung. Wachtelküken, die in der ersten Lebenswoche mit 40 ppm Ca-Pantothenat versorgt worden waren, hatten für eine normale Entwicklung in den folgenden drei Wochen nur einen Bedarf von 10 mg/kg Futter.

2.5.2. Ergebnisse

Versuch 9 (11. 7. 1971 - 26. 8. 1971)

Mit 800 Wachtelküken wurden nach viertägiger Depletionsperiode 8 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 5 x 20 Küken gebildet und nach Zufall auf die Rationen verteilt. Der Ermittlung des Pantothen säurebedarfs dienten die Rationsgruppen 1 bis 6. Sie erhielten in steigender Dosierung 0, 8, 12, 16, 20 bzw. 24 ppm Pantothen säurezumischung ins Futter (sh. Tab. 9).

Der erste Versuchsabschnitt war nach 3 Wochen abgeschlossen. Die Junghennen aus den Rationsgruppen 3 bis 6 wurden bis Ende der 6. Woche weitergeführt (Tab. 10).

Die Mortalität betrug bei den pantothen säurefrei gefütterten Küken schon nach 2 Wochen 100 %. Nach 3 Versuchswochen war sie in der Rationsgruppe 2 mit 44 % und in der Rationsgruppe 7 mit 15 % erhöht. Bei den übrigen Gruppen betrug sie unabhängig von der Pantothen säurezumischung zwischen 0 und 8 %.

Das durchschnittliche Körpergewicht der Küken lag zu Versuchsbeginn bei 9,0 g.

Die 3-Wochen-Zunahme der 8 ppm Pantothen säuregruppe war mit 48,7 g signifikant ($p < 0,005$) geringer ausgefallen als die der anderen Gruppen.

Der Unterschied zwischen 62,7 g der 12 ppm Pantothen säuregruppe zu 67,9 bzw. 68 g der 16 bzw. 20 ppm Pantothen säuregruppen war mit $p < 0,05$, zu 69,1 g der am besten versorgten Gruppe mit $p < 0,005$ signifikant.

Ähnliche Verhältnisse ergaben sich in den Futterverwertungsdaten. Auch hier hatten 8 ppm Pantothen säure schlechter abgeschnitten als die Gruppen mit 12 ($p < 0,1$), 16, 20 und 24 ppm Pantothen säurezusatz ($p < 0,01$).

Zwischen 2,36 g Futter / g Zunahme der 12 ppm Pantothen säuregruppe und 2,13 bzw. 2,17 g der 16 bzw. 24 ppm Pantothen-

Tabelle 9: Ergebnisübersicht zu Versuch 9

Wachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Wachtelküken in Abhängigkeit vom Pantothen säuregehalt der Ration.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Pantothen säurezusatz (ppm)	-	8	12	16	20	24
Tierzahl	5 x 20					
Mortalitätsrate (%)	100	44	8	4	5	0
Zunahmen (kumulativ g + s)						
1 Woche		9,7 1,4	15,3 0,6	17,3 0,7	17,5 0,6	18,2 0,6
2 Wochen		26,8 2,8	37,9 3,0	42,8 1,1	43,1 0,6	44,2 0,8
3 Wochen ¹⁾		48,7 3,0	62,7 3,7	67,9 2,1	68,0 0,9	69,1 1,2
g Futter / g Zunahme ²⁾ (3 Wochen kumulativ + s)		2,61 ^a 0,19	2,36 ^b 0,16	2,13 ^c 0,08	2,09 ^c 0,04	2,17 ^c 0,10

1) GD $p < 0,05 = 4,6$ $p < 0,01 = 5,7$ $p < 0,005 = 6,2$ g Zunahme

2) Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind mit $p < 0,1$ voneinander verschieden.

VERSUCH IX

Zunahme (g)

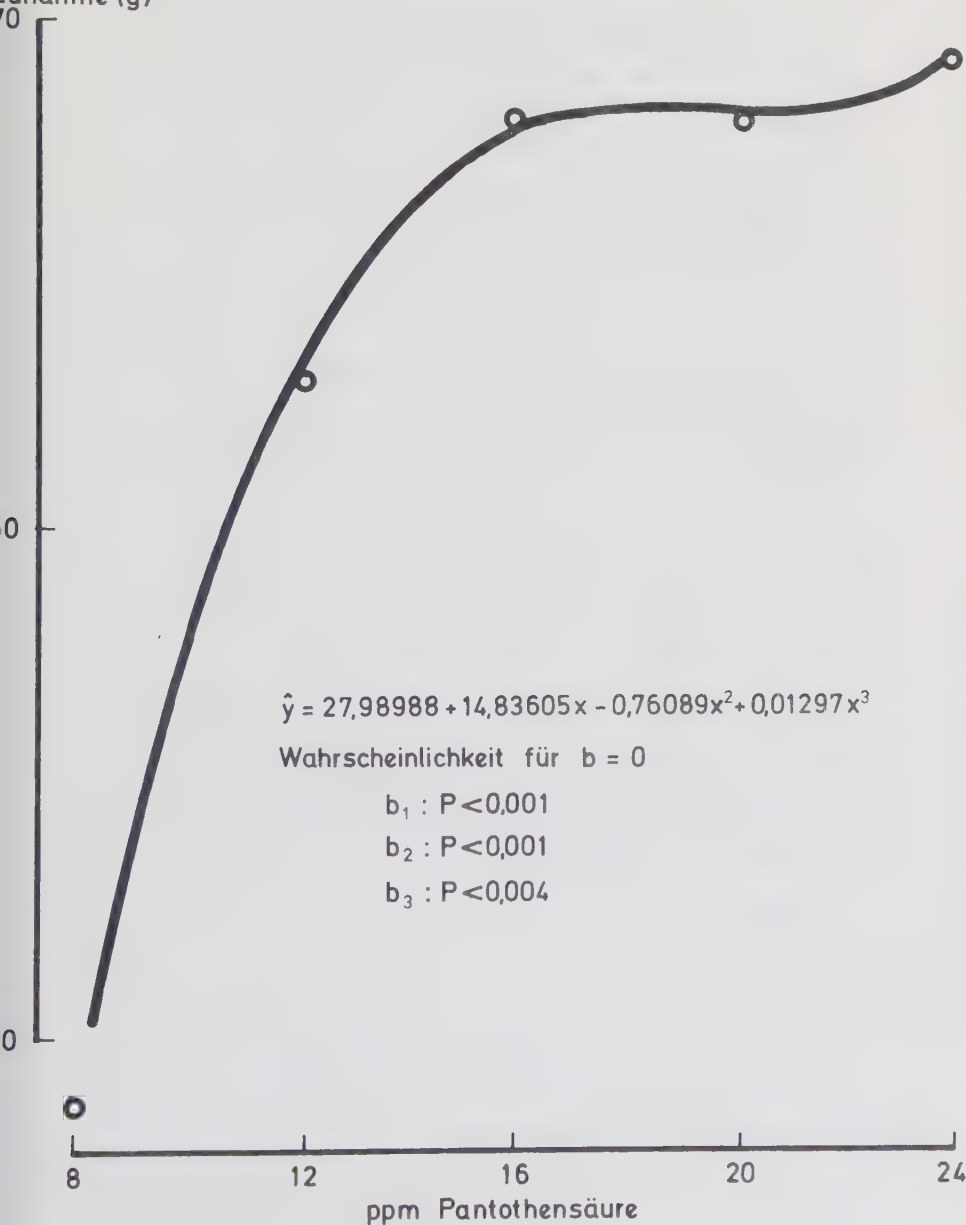


Tabelle 10

Gewichtsentwicklung und Legeleistung von Wachtelhennen in Abhängigkeit von der Pantothen säureversorgung nach 6 Versuchswochen.

Code Nr.	(3)	(4)	(5)	(6)
Pantothen säurezusatz (ppm)	12	16	20	24
Tierzahl	39	55	53	45
Körpergewicht (g $\pm$ s)				
Versuchsbeginn (3 Wochen)	74,1 6,1	77,6 6,6	78,4 6,2	78,2 7,2
6 Wochen	128,2 12,9	130,1 10,9	128,9 12,2	132,2 10,1
1. Eiablage (Versuchstag)	39	33	34	34
g Ei/Henne	4,2	8,9	6,2	7,9

säuregruppen bestand mit Ausnahme von 2,09 der 20 ppm-Gruppe ($p < 0,05$) nur ein gering signifikanter ($p < 0,1$) Unterschied. Die Beziehung zwischen Wachstum und Pantothen säureversorgung wird durch ein Polynom 3. Ordnung wiedergegeben (Abb. 4). Nach weiteren 3 Versuchswochen (Tab. 10) unterschieden sich die Körpergewichte der sich noch im Versuch befindlichen Junghennen (Rationsgruppen 3 bis 5) nur geringfügig voneinander. Im Vergleich zu den anderen Gruppen erwiesen sich, bezüglich des Eintritts der Geschlechtsreife sowie der im Versuchszeitraum pro Henne gelegten Eimasse, 12 ppm Pantothen säure auch in der Junghennenaufzucht als Mangelversorgung.

2.5.3. Schlußfolgerungen

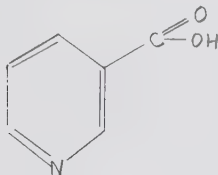
In der Aufzucht der Küken bis zur 3. Woche erwies sich die Versorgung mit 16 ppm Pantothensäure als ausreichend für optimale Zunahme und Futterverwertung. Die geringste Mortalität (0 %) war aber erst bei der Versorgung mit 24 ppm zu verzeichnen. Da eine Mortalitätsrate von 4 bzw. 5 % bei 8 bzw. 16 ppm durchaus noch im zufälligen Bereich liegt - Verluste von ca. 10 % können noch als "normal" gelten - , dürfte der Pantothensäurebedarf in der Kükenaufzucht bis zur 3. Woche mit 16 ppm sicher gedeckt sein. Auch in der Junghennenaufzucht stellten 16 ppm die optimale Versorgung dar.

SPIVEY FOX et al. (1966) kommen in ihren Versuchen mit einer halbgereinigten Diät zu etwa den gleichen Ergebnissen (15 ppm bzgl. Wachstum und Mortalität). Für eine normale Befiederung fanden die Autoren allerdings einen höheren Pantothensäurebedarf von 30 ppm. In unseren Untersuchungen konnte keine verbesserte Befiederung bei höherem Pantothensäuregehalt festgestellt werden.

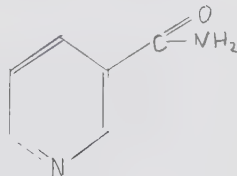
2.6. Niacin (Nikotinsäure)

2.6.1. Literaturübersicht

Die Nikotinsäure ist chemisch eine 3-Pyridinkarbonsäure. Die eigentlich wirksame Substanz ist das Nikotinsäureamid, in welches die Nikotinsäure im Körper leicht umgewandelt wird.



Niacin



Niacinamid

Nikotinsäure kommt reichlich in Blättern grüner Pflanzen, in Grünmehlen, Hefe, Gerste, Weizen und Erdnußextraktions-schroten vor.

Das Nikotinsäureamid ist der chemisch aktive Bestandteil der Codehydrasen NAD und NADP, die als wasserstoffübertragende Enzyme wirksam sind.

Nikotinsäuremangel führt zu schweren Stoffwechselstörungen. Beim Geflügel kommt es neben Wachstumsstillstand zu Entzündungen der Mund- und Rachenschleimhaut, zu Durchfällen, schuppigen Dermatitisen sowie zu mangelhafter Befiederung. Außerdem wird die Entstehung von Perosis begünstigt. Bei reichlicher Tryptophanzufuhr und Pyridoxinversorgung läßt sich Niacinmangel teilweise kompensieren.

Der Niacinbedarf beträgt beim Huhn 35 - 45, bei Puten 55 mg/kg Futter (15). Für die Bobwhite Wachtel beträgt der Bedarf 31 ppm (28).

ALFORD et al. (1967) verfütterten zur Erzeugung von Nikotinsäuremangel eine gereinigte Diät auf Sacharosegrundlage an drei Wochen alte Wachteln. Es wurden Wachstumsraten, Wasser- und Futterverbrauch sowie die Mortalität ermittelt und das Verhalten der Tiere beobachtet. Mangelercheinungen für Nikotinsäure traten nach 16 Tagen auf. Die beobachteten Mangelsymptome waren ähnlich denen, die bei Küken von Vitamin A-unterversorgten Vögeln gesehen wurden (verkleinerte Nieren und Ureterverschlingungen), außerdem verminderter Appetit, erhöhte Mortalität und reduziertes Wachstum. Dem Auftreten akuter Mangelercheinungen ging am Vortage ein typischer Abfall des Wasserverbrauchs voraus.

2.6.2. Ergebnisse

Versuch 5 (15. 10. 1970 - 30. 11. 1970)

Nach viertägiger Depletionsperiode wurden von 280 Wachtelküken 7 annähernd gewichtsgleiche Gruppen mit jeweils 4 x 10 Küken gebildet und nach Zufall auf die Versuchsrationen verteilt, welche Nikotinsäurezusätze von 0, 20, 40, 60, 80, 100 bzw. 160 ppm enthielten.

Nach der 3. Versuchswoche (Kükenaufzucht) wurde der zweite Versuchsabschnitt mit den Junghennen der Rationen 2 bis 6 bis zum Ende der 6. Versuchswoche (Junghennenaufzucht) durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 11 und 12 aufgeführt.

Die Mortalität betrug 55 und 10 % für 0 bzw. 20 ppm Nikotinsäurezusatz, bei den übrigen Gruppen lag sie, dosisunabhängig, zwischen 0 und 5 %.

Das durchschnittliche Körpergewicht zu Versuchsbeginn wurde mit 8,4 g gemessen.

Die 3-Wochen-Zunahmeraten der Gruppen mit 0 und 20 ppm Niacinzusatz waren mit 30,6 und 57,3 g signifikant ($p < 0,05$) geringer als die der folgenden Rationsgruppen, welche sich untereinander nicht mehr signifikant ($p > 0,1$) unterschieden (Tab. 11). Allerdings war in der Tendenz noch eine Wachstumssteigerung bis zu einer Versorgung mit 60 ppm festzustellen, was auch in Abb. 5 zu erkennen ist.

Hinsichtlich der Niacinwirkung ergab sich aus einem Vergleich der Rohverwertungsdaten dasselbe Bild wie aus der Gewichtsentwicklung.

Bei 0 und 20 ppm Niacinzusatz wurde ein signifikant ($p < 0,05$) höherer Futterverbrauch pro Gewichtszunahmeeinheit ermittelt als in den anderen Gruppen. Die Futterverwertung der 160 ppm Niacingruppe war hingegen schlechter ($p < 0,05$) ausgefallen als in der 40 ppm Niacingruppe.

Tabelle 11: Ergebnisübersicht zu Versuch 5

Nachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Mähtelken in Abhängigkeit vom Nikotinsäuregehalt der Ration.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Niacinzusatz (ppm) ¹⁾	-	20	40	60	80	100	160
Tierzahl	4 x 10						
Mortalitätsrate (%)	55	10	2,5	2,5	5	5	0
Zunahmen (kumulativ g + s)							
1 Woche	4,8 1,7	10,5 1,4	17,5 0,8	18,0 0,7	18,8 1,0	18,5 1,6	18,7 1,1
2 Wochen	15,2 2,7	31,0 3,5	40,9 1,6	42,2 0,8	42,4 1,9	42,9 2,2	42,3 1,9
3 Wochen ²⁾	30,6 ^a 1,4	57,3 ^b 4,3	66,9 ^c 2,3	68,7 ^c 1,3	66,7 ^c 2,4	67,0 ^c 3,0	67,3 ^c 1,9
g Futter / g Zunahme ²⁾							
(3 Wochen kumulativ ± s)	3,39 ^a 0,51	2,25 ^b 0,13	2,08 ^c 0,04	2,17 ^{bc} 0,12	2,16 ^{bc} 0,07	2,17 ^{bc} 0,12	2,26 ^b 0,10

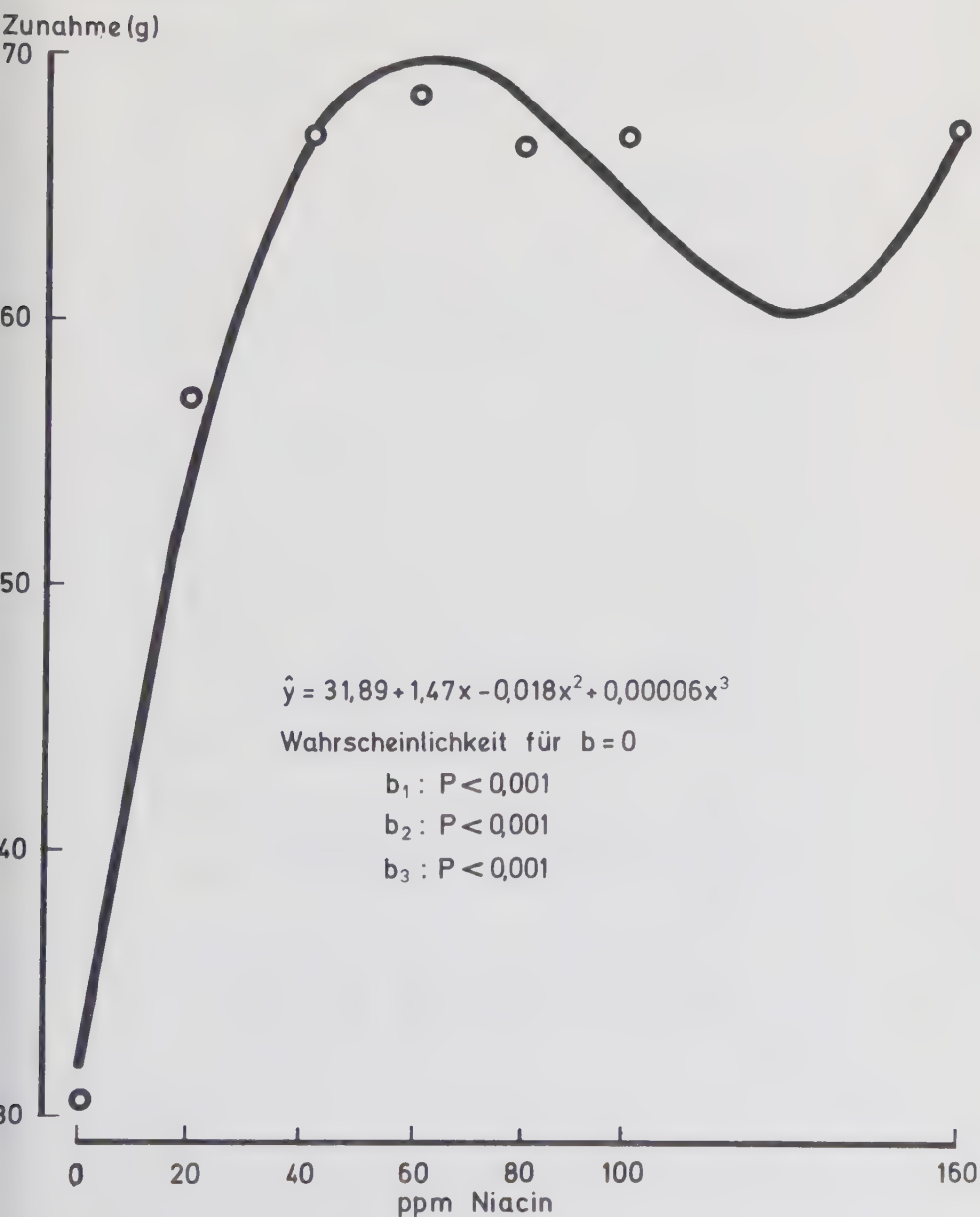
1) Grundgehalt der Basalration: 8 ppm Nikotinsäure

2) Werte mit unterschiedlichen Buchstaben sind mit $p < 0,05$ voneinander verschieden.

Abb.: 5

KORRELATION von NIACIN-VERSORGUNG und
3 WOCHEN - GEWICHTSZUNAHMEN von WACHTELKÜKEN
VERSUCH V

- 37 -



Nach der 6. Versuchswoche ergab sich beim durchschnittlichen Körpergewicht der Junghennen kein nennenswerter Unterschied mehr.

Der Zeitpunkt der ersten Eiablage war bis 60 ppm, die Gesamteimasse pro Henne bis 80 ppm mit der Nikotinsäureversorgung über das Futter augenfällig korreliert (Tab. 12).

2.6.3. Schlußfolgerungen

Im Gegensatz zu allen anderen bisher durchgeführten Versuchen trat hier in der Kontrollgruppe ohne Niacinzusatz keine vollständige Mortalität auf. Dies dürfte mit dem relativ hohen Grundgehalt der Basalration an Niacin (8 ppm) in Zusammenhang stehen.

Optimales Kükenwachstum ergab sich für einen Nikotinsäuregehalt von 68 ppm (8 ppm Basalgehalt + 60 ppm Zulage). Allerdings war der Unterschied zur 48 ppm-Gruppe nicht mehr signifikant ($p > 0,05$). Die Futtermittelverwertung hatte bei 48 ppm den günstigsten Wert erreicht. Die Regressionsgleichung weist wieder 68 ppm als günstigsten Wert aus (für Wachstum). Demnach dürfte der Bedarf in der Größenordnung 50 bis 70 ppm anzunehmen sein. Er ist damit brauchbar dem Putenwert (52 mg/kg Futter (15)) vergleichbar, liegt aber deutlich über den korrespondierenden Daten für Mastgeflügel (27 - 45 ppm (15, 18)). Erheblich niedriger liegt auch der von SERAFIN (1974) angegebene Bedarfswert der Bobwhite Wachtel mit 31 ppm.

In der Aufzucht von Legewachteln scheinen eher noch höhere Gaben benötigt zu werden als in der Kükenaufzucht. Für optimale Leistung ausreichend scheinen hier 70 - 90 ppm zu sein.

Tabelle 12

Gewichtsentwicklung und Legeleistung von Wachtelhennen in Abhängigkeit von der Nikotinsäureversorgung nach 6 Versuchswochen.

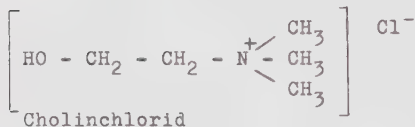
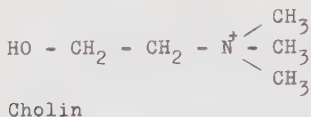
Code Nr.	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Niacinzusatz (ppm) 1)	20	40	60	80	100
Tierzahl	16	20	20	17	16
Körpergewicht (g + s)					
Versuchsbeginn (3 Wochen)	66,8 7,8	76,4 5,0	78,2 4,4	77,2 7,3	76,3 7,7
6 Wochen	122,9 9,8	129,4 9,9	128,8 12,3	127,3 9,6	125,3 12,5
1. Eiablage (Versuchstag)	39	35	32	33	32
g Ei / Henne	5,2	16	20,3	25,2	26,4

1) Grundgehalt der Basale: 8 ppm Nikotinsäure

2.7. Cholin (Cholinchlorid)

2.7.1. Literaturübersicht

Das Cholin besteht aus einem dreifach methylierten Äthanolamin (Cholamin).



Das Cholin kann grundsätzlich im tierischen Organismus gebildet werden und ist in diesem Sinne kein "echtes" Vitamin. Es ist in pflanzlichen und tierischen Nahrungsstoffen weit verbreitet. Besonders große Mengen davon kommen in Fischmehlen, Extraktionsschroten, Molkenpulver, Leber und Nieren vor.

Das Cholin ist bei der Synthese von Phosphatiden, nach Übergang in Betain als Methylgruppendonator und bei der Synthese des Acetylcholins von Bedeutung. Bei ausreichendem Vorhandensein von Methionin als Methylgruppendonator, Folsäure und Vitamin B₁₂ sowie einem geeigneten Methylgruppenakzeptor kann es in genügender Menge im Körper synthetisiert werden.

Mangelhafte Cholinversorgung hat vor allem Leberverfettung zur Folge. Bei Hühnern kommt es zu Wachstumsminderung, außerdem werden Legeleistung und Schlupffähigkeit der Eier verringert. Auch bei der Entstehung der Perosis spielt

ungenügendes Cholinangebot eine Rolle.

Der Bedarf an Cholin wird für Hühner (12) und Truthühner (15) mit 2000 mg/kg Futter angegeben. Für die Bobwhite Wachtel beträgt der Bedarf 1500 ppm (28).

Über ein Cholin-Defizit bei der erwachsenen japanischen Wachtel berichten LATSHAW und JENSEN (1971). Einer gereinigten Diät wurden 1045, 2090, 3135 bzw. 4180 ppm Cholin zugesetzt. Als Kontrolle wurde eine mit 1045 ppm Cholinzusatz ergänzte handelsübliche Diät verfüttert. Durch Cholinmangel wurden Körpergewicht, Eigewicht, Schlupfrate und Legeleistung reduziert. Die Versuchsergebnisse zeigten, daß 1045 ppm Cholinzusatz nicht, 2090 ppm dagegen ausreichend für eine optimale Entwicklung der Wachtel waren. Die cholinergänzte handelsübliche Diät war allerdings der gereinigten, ausreichend mit Cholin supplementierten Diät überlegen.

Aufgrund seiner Versuchsergebnisse gibt VOGT (1970) den für optimales Wachstum notwendigen Cholingehalt des Futters für die japanische Wachtel bis zum Alter von 4 Wochen mit 2500 - 3500 ppm, für optimale Futterverwertung mit 2500 - 3000 ppm an. Die verwendete Versuchsration setzte sich wie folgt zusammen: 44 % Maisschrot, 42,7 % Sojaextraktionsschrot, 9 % Fischmehl, 1 % Molkenpulver, 2 % Trockenhefe, 0,5 % kohlensaurer Futterkalk, 0,4 % phosphorsaurer Futterkalk und 0,4 % Vihsalz.

In einem weiteren Versuch von LATSHAW und JENSEN (1971) wurde die Wirksamkeit des Methylgruppendonators Betain sowie der Cholinvorstufe Aminoethanol als Ersatz für Cholin getestet. Dabei verbesserten weder Betain noch Aminoethanol in einer nicht mit Cholin ergänzten Grundration die Legeleistung bzw. das Eigewicht. Dagegen brachten äquimolare Mengen von Mono- und Dimethylaminoethanol der Cholinwirkung gleichwertige Ergebnisse.

ALFORD (1968) fand, daß Legewachteln im Vergleich zu Legehühnern einen erhöhten Cholinbedarf haben. 3500 ppm Cholin im Futter stellen möglicherweise noch keine optimale Dosierung dar.

2.7.2. Ergebnisse

Es wurden 3 Versuche mit insgesamt 920 Wachtelküken durchgeführt. Alle 3 Versuche wurden ohne Depletionsperiode begonnen, d. h. der Schlupftag entsprach auch dem Tag des Versuchsbeginns. Versuch 1 und 2 wurden bis zur Beendigung der dritten Woche geführt. In Versuch 3 schloß sich an die Kükenaufzucht eine Junghennenaufzuchtperiode bis Beendigung der 6. Woche an.

Versuch 6 (1. Cholinversuch 25. 2. 1971 - 18. 3. 1971)

Aus 280 Wachteleintagsküken wurden 8 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 5 x 7 Küken gebildet und nach Zufall auf die Rationen verteilt.

Die Rationen 1 bis 4 enthielten 0,3 %, die Gruppen 5 bis 8 0,6 % zugesetztes Methionin. Den Rationen 1 bis 4 bzw. 5 bis 8 wurde jeweils 500, 1500, 2500 bzw. 3500 ppm Cholinchlorid zugesetzt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 13 aufgeführt.

Das im Vergleich zu den beiden folgenden Cholinversuchen um etwa 0,4 g geringere Anfangsgewicht (7,3 g) sowie die insgesamt schlechtere Gewichtsentwicklung während des Versuchs muß darauf zurückgeführt werden, daß während der Bebrütung der Eier der Thermostat des Brutapparates ausgefallen ist, und dadurch die Temperatur für einen Tag zu stark angestiegen war (um ca. 2° C). Auch die (mit Ausnahme der Rationsgruppe 7) vergleichsweise hohe Mortalität von 14,3 bis 31,4 %, welche weder mit der Cholinchlorid- noch mit der Methioninversorgung korreliert war, dürfte damit in Zusammenhang stehen.

Bei den mit 0,3 % methioninversorgten Gruppen 1 bis 4 betrug das mittlere 3-Wochengewicht 52,3 g, gegenüber einem mittleren Gewicht von 64,8 g der Rationsgruppen 5 bis 8 mit 0,6 % Methionin ($p < 0,005$).

Tabelle 13: Ergebnisübersicht zu Versuch 6

Wachstum und Mortalitätsrate von Wachtelküken in Abhängigkeit von der Versorgung mit Methionin und Cholinchlorid.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cholinchlorid- zusatz (ppm)	500	1500	2500	3500	500	1500	2500	3500
DL-Methionin- zusatz (%)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
Tierzahl	3 x 7							
Mortalitätsrate (%)	14,3	22,9	20,0	31,4	22,9	20,0	5,7	14,3
Körpergewicht (g ± s)								
1 Woche	14,7 1,1	17,8 1,3	17,4 1,6	17,0 1,8	15,4 1,0	17,2 2,2	18,9 0,9	18,4 1,2
2 Wochen	30,0 2,8	35,5 2,3	35,6 3,4	33,2 3,7	34,2 2,3	40,0 3,3	41,6 1,4	42,2 1,5
3 Wochen	47,8 6,2	54,0 4,3	55,5 5,7	51,9 3,4	59,3 3,8	64,9 3,1	67,3 2,1	67,5 3,4

1) Grundgehalt der Basalration: 218 ppm Cholinchlorid

Die Futterverwertung wurde wegen der relativ hohen Verlustrate und der damit verbundenen Ungenauigkeiten in der Verzehrsermittlung der überlebenden Wachteln nicht berechnet.

Die unterschiedliche Methioninzuteilung hatte keinen Einfluß auf die Auswirkung der Cholinzulagen (Interaktion Methionin + Cholin : nicht signifikant).

Das mittlere 3-Wochen-Gewicht der beiden 500 ppm Cholinchlorid-Gruppen betrug 53,6 g. Es war damit signifikant ($p < 0,05$) niedriger ausgefallen als 59,5 bzw. 59,7 g der beiden Gruppen mit 1500 bzw. 3500 ppm Zusatz. Das beste Ergebnis wurde im Mittel der Gruppe mit 2500 ppm Cholinchloridzusatz erzielt ($p < 0,05$ gegenüber 500 ppm).

Wegen der hohen Verlustrate dieses Experiments wurde der Versuch wiederholt.

Versuch 7 (2. Cholinversuch 24. 3. 1971 - 14. 4. 1971)

400 Eintagsküken wurden in annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 5 x 10 Tiere eingeteilt. Ration 1 bis 4 enthielt 0,3 %, Ration 5 bis 8 0,6 % zugesetztes Methionin. Den Rationen 1 bis 4 bzw. 5 bis 8 wurde jeweils 500, 1500, 2500 und 3500 ppm Cholinchlorid zugesetzt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Die Mortalitätsrate der Küken mit 0,3 % Methioninzusatz war mit 2, 8, 14 bzw. 10 % vergleichsweise zu den mit 0,6 % Methionin versorgten Tieren (0 bis 2 %) deutlich erhöht.

Eine Abhängigkeit zu der Cholinchloridversorgung war nicht festzustellen.

Das mittlere Körpergewicht der Küken betrug zu Versuchsbeginn 7,6 g.

Die Zunahmeraten der mit 0,3 % Methioninzusatz versorgten Wachtelküken blieben erheblich ($p < 0,005$) hinter denen mit 0,6 % zurück, wobei sich für die Gruppen mit dem geringeren Methioninanteil keine cholinabhängigen Wachstumsunterschiede ergaben. Entsprechend war auch die Interaktion Methionin + Cholin mit $p < 0,025$ signifikant.

In der Gruppe mit höherer Methioninversorgung schnitten 500 ppm Cholinchloridzusatz deutlich schlechter ab als

Tabelle 14: Ergebnisübersicht zu Versuch 7

Wachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Wachtelküken in Abhängigkeit von der Versorgung mit Methionin und Cholinchlorid.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cholinchloridzusatz (ppm) ¹⁾	500	1500	2500	3500	500	1500	2500	3500
DL-Methioninzusatz (%)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
Tierzahl	5 x 10							
Mortalitätsrate (%)	2	8	14	10	0	0	0	2
Zunahmen (kumulativ g + s)								
1 Woche	11,5 1,2	14,1 1,1	14,0 0,9	15,3 0,7	13,1 0,7	16,7 0,9	18,1 1,1	18,2 0,7
2 Wochen	29,5 2,9	32,9 0,7	32,1 3,9	31,4 1,9	36,5 2,9	40,9 2,0	44,2 1,4	43,6 1,3
3 Wochen	53,9 3,4	53,0 2,8	55,2 3,9	53,5 3,1	59,5 5,4	65,9 1,5	68,5 2,4	68,2 2,3
g Futter / g Zunahme ³⁾	2,46	2,35	2,13	2,12	2,29	2,08	2,32	2,29
(3 Wochen kumulativ ± s)	0,09	0,10	0,18	0,17	0,21	0,15	0,11	0,11

1) Grundgehalt der Basalration: 218 ppm Cholinchlorid

2) GD $p < 0,1 = 6,2$ g $p < 0,05 = 6,9$ g

3) GD $p < 0,1 = 0,27$ GD $p < 0,05 = 0,30$ GD $p < 0,01 = 0,37$ g Futter / g Zunahme

die Gruppen mit 1500 ppm ($p < 0,1$) sowie 2500 und 3500 ppm ($p < 0,05$).

Die mathematische Beziehung zwischen Cholinversorgung und Wachstum (Abb. 6) läßt eine maximale Cholinwirkung bei ca. 2800 ppm Cholinchloridzusatz zu der Ration erwarten.

Für die unabhängig von der Methioninversorgung ermittelten Werte der Cholingruppen ergab sich eine deutliche Überlegenheit der Wachstumsrate für 2500 und 3500 ppm ($p < 0,05$ bzw. $< 0,01$) im Vergleich zu 500 ppm Cholinchloridzusatz. Bei den Rohverwertungsdaten (Tabelle 14) war eine Methioninwirkung nicht ausgeprägt. Dagegen war auch hier wie bei den Körpergewichten die Interaktion Methionin + Cholin mit $p < 0,005$ signifikant.

Im Bereich niedriger Methioninversorgung wurden für 2500 und 3500 ppm Cholinchloridzusatz ($p < 0,05$) bessere Werte gemessen als für 500 ppm. Für die unabhängig vom Methioninzusatz gemittelten Werte der Cholingruppen war auch der Unterschied zwischen 500 und 1500 ppm Cholinchloridzusatz deutlich ($p < 0,1$) zu erkennen.

Versuch 8 (3. Cholinversuch 26. 4. 1971 - 7. 6. 1971)

Da die gefundenen Ergebnisse erheblich geringere Bedarfs-
werte erbrachten als VOGT (1970) und ALFORD (1968) sie er-
mittelt hatten, wurde ein 3. Versuch mit geänderten Cho-
linergänzungen sowie Methioninzusätzen durchgeführt.

Aus 240 Wachteleintagsküken wurden 6 annähernd gewichts-
gleiche Gruppen zu je 4 x 10 Tiere gebildet und auf die Ra-
tionen verteilt. Den Rationen 1 bis 3 bzw. 4 bis 6 wurden
1340, 2010 und 3350 ppm Cholinchlorid zugemischt. Die Ra-
tionen 1 bis 3 enthielten 0,45 %, 4 bis 6 jeweils 0,6 %
Methionin.

An den ersten Versuchsabschnitt, welcher nach 3 Wochen be-
endet war, schloß sich ein zweiter Abschnitt an. Dieser
wurde bis zur 6. Woche mit den Junghennen aller 6 Rations-

Abb. 6 KORRELATION von CHOLINCHLORID-VERSORGUNG und
3 WOCHEN-GEWICHTSZUNAHMEN von WACHTELKÜKEN
VERSUCH VII mit 0,6% METHIONINZUSATZ

- 47 -

Zunahme (g)

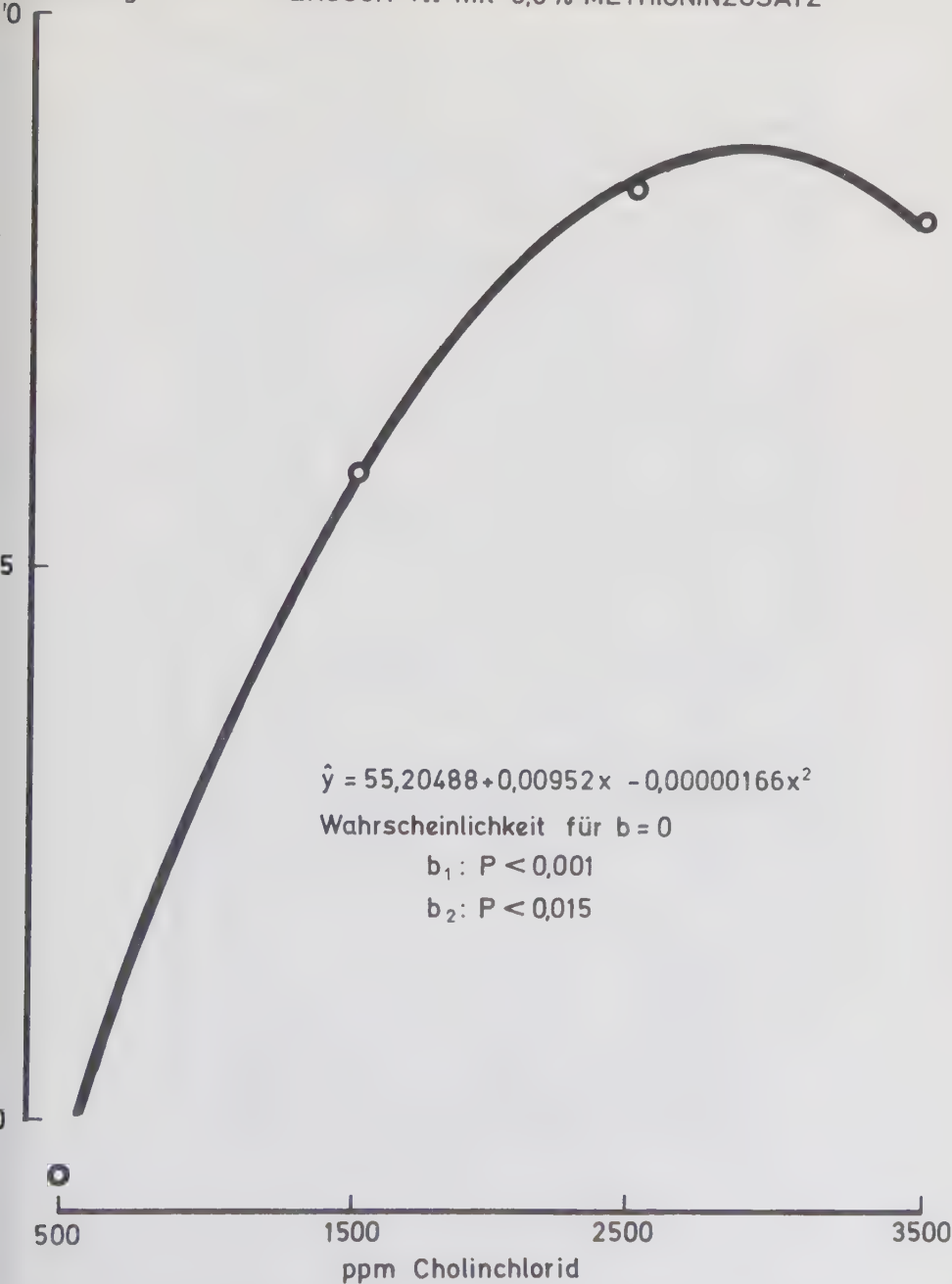


Tabelle 15: Ergebnisübersicht zu Versuch 8

Wachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Nachtelkükken in Abhängigkeit von der Versorgung mit Methionin und Cholinchlorid.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Cholinchloridzusatz (ppm) ¹⁾	1340	2010	3350	1340	2010	3350
DL-Methioninzusatz (%)	0,45	0,45	0,45	0,6	0,6	0,6
Tierzahl	4 x 10					
Mortalitätsrate (%)	0	0	7,5	7,5	0	2,5
Zunahmen (kumulativ g ± s)						
1 Woche	15,2 1,1	17,0 1,2	16,8 0,2	16,6 0,8	17,6 1,3	18,1 0,5
2 Wochen	40,3 1,7	42,4 1,2	42,9 1,5	41,4 1,1	43,2 1,9	44,5 1,1
3 Wochen	67,2 2,3	68,5 2,1	68,5 0,3	68,0 1,2	70,0 2,1	71,1 1,2
g Futter / g Zunahme (3 Wochen kumulativ ± s)	2,26 0,19	2,15 0,11	2,18 0,07	2,24 0,13	2,13 0,08	2,10 0,10

¹⁾ Grundgehalt der Basalration: 218 ppm Cholinchlorid

gruppen durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 15 und 16 wiedergegeben.

Die Mortalität war mit 0 bis 7,5 % gering und weder von der Methionin- noch der Cholinchloridversorgung abhängig.

Das mittlere Körpergewicht der Küken betrug bei Versuchsbeginn 7,8 g. Die durchschnittlichen 3-Wochen-Zunahmen der 0,6 % Methioninzulage-Gruppen waren mit 69,7 gegenüber 68,1 g etwas höher ($p < 0,05$) als die mit 0,45 % Methionin. Eine Wechselwirkung zwischen Methionin und Cholin trat nicht auf.

Im Mittel beider Cholingruppen mit 1340 ppm Cholinchloridzusatz wurden mit 67,6 g ein signifikant niedrigeres ($p < 0,05$) Körpergewicht gemessen als in der höchsten Cholindosierung (69,3 g).

Alle Unterschiede zwischen den mittleren Futterverwertungszahlen waren statistisch nicht gesichert ($p > 0,1$). Damit hatte sowohl eine Erhöhung der Methioninversorgung von 0,45 auf 0,6 % Zusatz zur Ration sowie eine Steigerung der Cholinchloridversorgung von 1340 und 3350 ppm keinen Einfluß auf den Parameter Futterverwertung.

In der Junghennenaufzucht (Tab. 16) ergab sich offensichtlich eine deutliche Cholinwirkung auf das Wachstum bei niedriger Methioninzufuhr, nicht dagegen bei optimaler Methioninversorgung.

Höhere Methioninversorgung bewirkte einen geringfügig früheren Eintritt der Legereife sowie eine höhere Eimasse/Tier und Versuchsabschnitt. Cholin war ohne Einfluß auf diese Versuchskriterien geblieben.

Tabelle 16

Gewichtsentwicklung und Legeleistung von Wachtelhennen in Abhängigkeit von der Cholinchlorid- und Methioninversorgung nach 6 Versuchswochen.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Cholinchloridzusatz (ppm)	1340	2010	3350	1340	2010	3350
DL-Methioninzusatz (‰)	0,45	0,45	0,45	0,6	0,6	0,6
Tierzahl	17	17	13	11	18	20
Körpergewicht (g ± s)						
Versuchsbeginn (3 Wochen)	76,5 4,7	78,9 6,6	79,8 5,0	77,9 7,2	78,5 5,0	81,8 5,4
6 Wochen	122,7 12,4	125,0 17,7	136,3 6,9	133,9 9,2	132,1 11,4	130,8 11,6
1. Eiablage (Versuchstag)	36	35	36	33	34	33
g Ei / Henne	5,0	7,3	7,7	17,0	10,4	9,6

1) Grundgehalt der Basalration: 212 ppm Cholinchlorid

2.7.3. Schlußfolgerungen

In zwei Versuchen (Versuch Nr. 6 und 7) unterschieden sich nach 3 Wochen Kükenaufzucht 1500 ppm und 2500 ppm signifikant ($p < 0,05$) von 500 ppm Cholinchloridzumischung. Zwischen den Dosierungen von 3500 ppm und 2500 ppm konnte dagegen kein Wachstumsunterschied mehr festgestellt werden (Tab. 13 und 14).

Im dritten Versuch unterschieden sich die Rationen mit 2010 von 3350 ppm Cholinchloridzusatz nicht voneinander. Die 3-Wochen-Zunahmeraten waren gegenüber einer Dosierung von 1340 ppm angehoben.

Betrachtet man die Ergebnisse aller 3 Cholinversuche, so dürfte der Bedarf für die Kükenaufzucht zwischen 1500 und 2500 ppm Cholinchloridzusatz liegen. Das ergibt bei einem Grundgehalt von 190 ppm Cholin einen Bedarf von 1495 bis 2365 ppm Cholin pro kg Futter.

Bei der Junghennenaufzucht reichen dagegen für optimales Wachstum, frühzeitigen Eintritt der Geschlechtsreife und eine hohe Legetätigkeit bereits 1340 ppm Cholinchloridzusatz aus, was einem Gehalt von 1356 ppm Cholin entspricht. Damit entsprechen die in eigenen Untersuchungen ermittelten Werte in etwa denen von LATSHAW und JENSEN (1971) mit 2090 ppm, liegen aber erheblich unter denen von VOGT (1970). VOGT verwandte eine konventionelle Ration. Die Werte von VOGT (2500 - 3500 ppm) werden jedoch von Bedarfswerten, die ALFORD (1968) an Wachtelgehennen ermittelte (> 3500 ppm), gestützt.

Gerade bei der Cholinbedarfsermittlung sind durchaus in höherem Maße Unterschiede zwischen den einzelnen Ergebnissen verschiedener Untersuchungen zu erwarten als bei anderen Vitaminen. Zu sehr hängt der Bedarf, der zusätzlich noch gerne in einen essentiellen (für die Bausteinfunktion des Cholin) und einen nicht essentiellen (Methylendonatorwirkung) unterteilt wird, von anderen Inhaltsstoffen der Ration ab. Allgemein gelten Vitamin B₁₂ und Folsäure als cholinsparend, was auch für die Wachtel von

RAMACHANDRAN (1973) gezeigt werden konnte.

Als weiterer Futterinhaltsstoff mit Cholin spareffekt gilt die Aminosäure Methionin, was in jüngster Zeit für das Mastkücken von GROPP et al. (1976) augenfällig demonstriert wurde. Demnach wäre zu erwarten, daß bei niedriger Methioninversorgung höhere Cholin dosierungen benötigt werden als bei optimaler Methioninzufuhr. Dies steht mit der Rolle von Methionin als Methylgruppendonator in Zusammenhang. In den hier vorgelegten Untersuchungen konnte ein solcher Effekt aber nicht beobachtet werden, obwohl die Versuchskriterien die niedrige Methionin dosierung eindeutig als suboptimal ausweisen.

2 von 3 Versuchen (Versuch 7 und 8) lassen sogar eine Cholinwirkung nur bei reichlicher Methioninversorgung erkennen.

Nun darf aber auch der oben beschriebene Cholin spareffekt des Methionin nicht isoliert betrachtet werden. Als Voraussetzung für das Zustandekommen dieses Effekts gilt, daß Methylgruppenakzeptoren (wie etwa Aminoäthanol, Mono- und Dimethylaminoäthanol) in ausreichender Menge vorliegen. Es existieren aber keine Unterlagen, anhand deren sich der Gehalt einer Ration an Methylgruppenakzeptoren berechnen läßt.

Bekannt ist nur, daß die Wachtel Cholin aus Methylaminoäthanol zu synthetisieren vermag (KETOLA, 1973).

Wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß bei der japanischen Wachtel eine cholin sparende Wirkung von Methionin generell nicht zu erwarten ist, dann finden die im Vergleich zum Hühnerkücken (1500 - 2000 ppm) hohen Bedarfswerte besonders von VOGT (1970) und ALFORD (1968) ihre zwanglose Erklärung.

3. Zusammenfassende Versuche

Abschließend sollte auf den Werten, die anhand der beschriebenen Versuchsergebnisse als Bedarfsschätzungen gelten durften, eine Vitaminvormischung aufgebaut und mit der hier verwendeten Standard-Vitaminvormischung verglichen werden.

3.1. Ergebnisse

Eine erste Prüfung war in Versuch 9 vorgenommen worden. Die Kontrollgruppe erhielt eine Vitaminvormischung, wie in Tabelle 1 angegeben. In die Versuchsmischung wurden einge-
mischt 2 ppm Thiamin, 8 ppm Riboflavin, 4 ppm Pyridoxin,
16 ppm Pantothensäure, 60 ppm Niacin sowie 1340 ppm Cholin-
chlorid. Die Konzentration der hier nicht genannten Vitamine entsprach dem Standard (Kontrollfutter).

Über die Ergebnisse orientiert Tabelle 17.

Tabelle 17

Vergleich von Standard-Vitamingehalt (Kontrolle) und "bedarfsdeckender" Vitaminversorgung (Versuchsgruppe)
(in Versuch 9 mitgeführt)

	Kontrolle	Versuchsgruppe
Zunahme (g $\pm$ s)		
1. Woche	18,5 $\pm$ 0,6	15,4 $\pm$ 1,2
2. Woche	44,9 $\pm$ 0,4	39,9 $\pm$ 1,7
3. Woche	70,0 $\pm$ 0,8	62,4 $\pm$ 1,4
g Futter / g Zunahme		
(3. Woche, $\pm$ s)	2,13 $\pm$ 0,08	2,30 $\pm$ 0,07

Die Kontrollgruppenleistung war der der Versuchsgruppe eindeutig überlegen. Als Erklärung bieten sich vornehmlich 2 Annahmen an.

In mehreren Versuchen brachte die nächsthöhere Dosierung der als "bedarfsdeckend" ermittelten Konzentration zwar noch bessere Ergebnisse (Thiamin, Pyridoxin, Cholinchlorid), sie unterschieden sich aber nicht mehr signifikant dazu. Es wäre also denkbar, daß sich diese Unterschiede summieren und schließlich doch einen signifikanten Unterschied ergeben. In den Versuchen zur Bedarfsermittlung des jeweiligen B-Vitamins wurde dieses in gestaffelter Dosierung zugesetzt, während die 5 übrigen zum Teil relativ hoch dosiert waren. Da andererseits sich die Vitamine der B-Gruppe durch Stimulierung der Darmsymbionten und damit der intestinalen Synthese einiger B-Vitamine (WIESNER, 1970) in gewisser Weise "ergänzen" können, kann dadurch der Bedarf eines einzelnen Vitamins der B-Gruppe niedriger sein, wenn die anderen sozusagen im "Überschuß" vorhanden sind. Deshalb wurde ein 2. Versuch durchgeführt, in dem die bei den bisherigen Bedarfsschätzungen als marginal geltenden Werte für Thiamin, Pyridoxin und Cholin variiert wurden.

Versuch 10 (28. 7. 1972 - 18. 8. 1972)

480 Eintagsküken beiderlei Geschlechts wurden in 10 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 4 x 12 Küken eingeteilt und nach Zufall auf die Rationen verteilt. Der Versuch war nach 3 Wochen beendet, er wurde ohne Depletionsperiode durchgeführt. Die einzelnen Rationen enthielten die in Tabelle 18 angegebenen Vitaminzusätze.

Die Rationen 1 und 2 entsprechen der Kontroll bzw. Versuchsration (Ausnahme Cholinchlorid: 1500 ppm statt 1340) des vorangegangenen Versuchs. Die Ergebnisse sind in Tabelle 19 wiedergegeben.

Tabelle 18: Vitaminkonzentrationen der Versuchsmischungen zu Versuch 10
Nicht aufgeführte Vitamine entsprechen in der Konzentration
den Angaben von Tabelle 1.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Thiamin (ppm)	25	2	4	2	4	2	4	2	4	4
Pyridoxin (ppm)	8	4	4	8	8	4	4	8	8	8
Cholinchlorid (ppm)	2000	1500	1500	1500	1500	2500	2500	2500	2500	2000
Riboflavin (ppm)	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Nikotinsäure (ppm)	100	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pantothensäure (ppm)	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Tabelle 19: Ergebnisübersicht zu Versuch 10

Wachstum, Futterverwertung und Mortalitätsrate von Wachtelküken in Abhängigkeit vom Thiamin-, Pyridoxin- und Cholinchloridgehalt der Ration.

Code Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Thiaminzusatz (ppm)	25	2	4	2	4	2	4	2	4	4
Pyridoxinzusatz (ppm)	8	4	4	8	8	4	4	8	8	8
Cholinchloridzusatz (ppm)	2000	1500	1500	1500	1500	2500	2500	2500	2500	2000
Tierzahl	4 x 12									
Mortalitätsrate (%)	6,3	54,2	4,2	70,8	8,3	97,9	8,3	91,7	4,2	6,3
Zunahmen (kumulativ g $\pm$ s)										
1 Woche	14,7	9,8	13,7	9,0	14,0	8,9	14,8	7,8	14,7	14,1
	2,1	1,4	1,2	2,3	0,9	1,0	1,3	1,4	1,0	1,6
2 Wochen	39,6	24,8	37,0	23,8	38,0	20,5	38,5	21,7	38,9	38,6
	2,5	3,8	1,5	5,1	1,4	7,2	2,8	7,9	2,2	2,3
3 Wochen	64,8	44,0	60,7		61,1		62,1		62,0	62,8
	3,7	7,9	3,1		1,2		3,1		3,0	2,7
g Futter / g Zunahme	1,95	2,03	1,93		2,13		2,09		2,02	1,95
(3 Wochen kumulativ $\pm$ s)	0,08	0,13	0,13		0,11		0,04		0,13	0,10

1) GD $p < 0,01 = 11,4$ $p < 0,005 = 12,3$ g Zunahme

2) nicht signifikant

Die Mortalität betrug bei den Rationsgruppen mit nur 2 ppm Thiaminzusatz nach 3 Wochen zwischen 54,2 und 97,9 %, was bei den bisherigen Ergebnissen nicht hatte erwartet werden dürfen. Bei den übrigen Rationen lag sie im Bereich zwischen 4,2 und 8,3 %.

Das durchschnittliche Körpergewicht der Küken betrug bei Versuchsbeginn 7,7 g.

Die 3-Wochen-Zunahmen der Rationsgruppen mit 4 ppm bzw. 25 ppm Thiaminzusatz unterschieden sich nicht wesentlich voneinander. Die Zunahme in den Rationsgruppen mit nur 2 ppm Thiaminzumischung war wegen der hohen Mortalität nur für die Rationsgruppe 2 meßbar. Sie waren erheblich geringer als die der übrigen Gruppen ($p < 0,05$).

Das gleiche Bild ergibt sich für die Futterverwertungszahlen (keine signifikanten Unterschiede).

Zwischen allen anderen Gruppen ergaben sich keine augenfälligen Unterschiede.

Da die beiden geprüften Dosierungen der 3 Vitamine mit variablen Dosierungen alle zumindest 4 mal vertreten waren (vollständige 3-faktorielle Versuchsanlage) und keine Interaktionen auftraten, werden die nach der Konzentration eines Vitamins geordneten Mittelwerte in Tabelle 20 gesondert aufgeführt. Hierbei konnten nur die 2-Wochen-Werte herangezogen werden.

Tabelle 20: Ergebniszusammenfassung zu Versuch 10

2-Wochen-Zunahmen

Vitamin Zusatz (ppm)	Thiamin		Pyridoxin		Cholinchlorid	
	2	4	4	8	1500	2500
Zunahme (g)	22,7	38,1	30,2	30,6	30,9	29,9
Relativ	(100)	(168)	(100)	(101)	(100)	(97)

Aus dieser Gegenüberstellung geht hervor, daß die Erhöhung des Pyridoxin- und Cholinchloridzusatzes von 4 auf 8 bzw. 1500 auf 2500 ohne Einfluß auf das Versuchsergebnis geblieben ist. Allein die Verdoppelung des Thiaminzusatzes von 2 auf 4 ppm hat zu einer Zunahmeverbesserung geführt. Der in den Gruppen mit 38,1 g Zunahme erreichte Mittelwert entspricht fast dem Kontrollgruppenwert (39,6 g) mit reichlicher Vitaminversorgung.

3.2. Schlußfolgerungen

Offensichtlich hat die alleinige Prüfung gestaffelter Zusätze jeweils nur eines Vitamins bei reichlicher Versorgung mit anderen Vitaminen in einem Versuch (Thiamin) zu Fehlschlüssen geführt.

Die unter 2.2.3. vorgenommene Bedarfsschätzung für Thiamin muß von 3 auf 5 ppm (unter Berücksichtigung des Thiamingehalts der Basalration) korrigiert werden.

Die Ergebnisse von Versuch 10 unterstreichen aber auch gleichzeitig die Bedeutung der "Sicherheitszulage", die über die "Bedarfszahl" hinaus in der praktischen Fütterung vorgenommen wird.

4. Diskussion

Die Kriterien Gewichtsentwicklung, Nährstoffverwertung und Mortalitätsrate wurden deshalb als Parameter gewählt, weil es leicht meßbare und empfindliche Größen sind. So führt schon ein geringes Vitamindefizit schnell zu Wachstumsdepressionen. Nährstoffverwertung und Mortalität sprechen zwar erst später an (d. h. bei größeren Vitamindefiziten), sie geben aber zusammen mit der Gewichtsentwicklung brauchbare Meßgrößen zur summarischen Bedarfsermittlung ab. ZINTZEN und GRÜBKE (1974) halten die genannten Kriterien für ungeeignet zur Bedarfsermittlung, da extreme Stresssituationen wie "Infektionen, Parasiteninvasionen und Toxine" so nicht mit einbezogen werden können. Dagegen kann allerdings angeführt werden, daß für die Ermittlung des Vitaminbedarfs nur deren nutritive nicht aber deren therapeutische Wirkung interessiert. Daneben wird keineswegs die Bedeutung spezifischerer Kriterien (wie etwa Blutspiegel, Speicherung, vorwiegend für fettlösliche Vitamine, sowie Enzymaktivitäten oder sonstige Stoffwechselfparameter) verkannt. Sie sollten aber zweckmäßigerweise, da meist meßtechnisch aufwendig, erst eingesetzt werden, wenn durch einfachere Methoden der vermutliche Bedarf näher abgegrenzt ist.

In der Junghennenaufzucht konnten aus technischen Gründen Rohverwertungszahlen nicht erfaßt werden. Dafür wurde der frühe Eintritt der Geschlechtsreife, welcher sich am leichtesten durch den Beginn der Legetätigkeit erfassen läßt, die Eimasse / Henne, die dem Gesamtgewicht der während des Versuchs gelegten Eier entspricht, neben der Gewichtsentwicklung als Parameter herangezogen.

Spezifische Mangelsymptome wurden mit einer Ausnahme (Thiamin: Opisthionus) nicht beobachtet. Als allgemeine Mangelsymptome traten unvollständige Befiederung, Diarrhoe und Konjunktivitis auf.

Bei mehr oder minder allen hier geschätzten Bedarfswerten

fällt auf, daß sie teilweise erheblich über den korrespondierenden Angaben für Masküken und Bobwhite Wachteln liegen.

Ohne tierartliche Unterschiede, die sicher bestehen, in ihrer Bedeutung zu vernachlässigen, muß die Zusammensetzung der Ration diskutiert werden.

Die halbsynthetische Ration nach GROPP und ZUCKER weist mit 3640 kcal U.E./kg eine sehr hohe Energiedichte auf. Die Energiekonzentration einer Futtermischung stellt aber einen wesentlichen, die Futteraufnahme kontrollierenden Faktor dar. Mit sinkender Energiedichte steigt der Futterverzehr. Die Bedarfsangabe des National Research Council ist aber auf eine Energiekonzentration von 2750 kcal U.E./kg Futter bezogen.

Höhere Futteraufnahme einer energieärmeren Ration bedeutet gleichzeitig höhere Vitaminzufuhr.

In Versuchen mit konventionellen Diäten, welche in der Energiekonzentration der Bezugsszahl des NRC näherlagen als dem korrespondierenden Wert der hier verwendeten halbgereinigten Ration, erhielt PEH (1969) in den ersten 3 Wochen Kükenaufzucht eine Futterverwertung von ca. 3 g Futter/g Zunahme. Daraus geht hervor, daß der Futterverzehr mit dieser energieärmeren Ration bezogen auf Gewichtszunahme etwa 50 % höher war als in den vorliegenden Untersuchungen. Für diese konventionelle Diät könnten daher die hier angegebenen "Bedarfwerte" um ca. 30 % reduziert werden, ohne daß Leistungsbeeinträchtigungen zu befürchten wären.

5. Zusammenfassung

10 Versuche an insgesamt 3386 Wachtelküken (Cot. Cot. Jap.) wurden durchgeführt, um Bedarfsschätzungen für die Vitamine Thiamin, Riboflavin, Pyridoxin, Pantothensäure, Niacin und Cholin zu erhalten.

Der erste Versuchsabschnitt erstreckte sich jeweils bis zur 3. Versuchswoche, wobei Mortalität, Gewichtsentwicklung und Futtermittelverwertung erfaßt wurden.

Der zweite Versuchsabschnitt wurde im Anschluß daran weitere 3 Wochen mit Junghennen durchgeführt. Dabei wurden die Gewichtsentwicklung sowie das Eintreten der Geschlechtsreife verfolgt.

Als Basalration wurde eine halbgereinigte Diät nach GROPP und ZUCKER verwendet.

Über die Ergebnisse orientiert die folgende Tabelle.

Vitamin	Bedarfsschätzung (mg/kg Futter)	
	Kükenaufzucht	Junghennenaufzucht
Thiamin	5	5 - 9
Riboflavin	8	4
Pyridoxin	4	2
Pantothensäure	16	16
Niacin	50 - 70	70 - 90
Cholin	1500 - 2400	1400

Typische Mangelerscheinungen wurden nur bei Thiaminmangel (Opisthionus) beobachtet.

Die im Vergleich zu Hühnerküken, Pute und Bobwhite Wachtel relativ hohen Bedarfswerte finden eine partielle Erklärung in der hohen Energiedichte (3640 kcal U.E./kg) der halbgereinigten Ration.

Summary

10 trials with a total of 3,386 baby quail (Cot. cot. jap.) have been conducted in order to estimate the requirements for thiamine, riboflavin, pyridoxine, pantothenic acid, niacin and choline. The vitamins have been added in increasing amounts to a semipurified diet according to GROPP and ZUCKER.

The first experimental period has covered the first 3 weeks of age (in experiments with depletion period day 5 - 26). Mortality, growth rate and feed efficiency have been studied.

In the following period only female replacement quail have been used for 3 weeks too. Growth rate and onset of sexual maturity have been observed.

The results are given in the following table.

Vitamin	Estimated requirements (mg/kg diet)	
	baby quail	replacement quail
Thiamine	5	5 - 9
Riboflavin	8	≈ 4
Pyridoxine	4	2
Pantothenic acid	16	16
Niacin	50 - 70	70 - 90
Choline	1500 - 2400	1400

Only for thiamine deficiency, a typical deficiency symptom (opisthotonus) has been observed.

The requirement data for baby quail are rather high in comparison with the known data for broiler chicken, turkeys and the bobwhite quail. The difference can probably be explained as a result of the high energy density of the semipurified diet (3640 kcal ME. / kg).

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. ALFORD, R. K.;
Thesis abstract.
Quail Quarterly 2, 9 (1968)
2. ALFORD, R., D. SCHULTZ, T. THORNTON and J. R. HOWES;
The development of vitamin deficiencies in
coturnix quail.
Poultry Sci. 46, 1227 (1967)
3. BAUMEISTER, M.;
Ein neuartiges Verfahren zur Vitamin
D₃-Bestimmung.
Vet. med. Diss. München (1972)
4. BRÜGGEMANN, J. und H. ZUCKER;
Wachstumsleistung von Küken mit einer
halbsynthetischen Diät.
Arch. f. Geflügelk. 24, 279 (1960)
5. CHARLES, O. W., D. A. ROLAND and H. M. EDWARDS, Jr.
Thiamine deficiency identification and
treatment in commercial turkeys and
coturnix quail.
Poultry Sci. 51, 419 (1972)
6. GROPP J. und H. ZUCKER;
Vitamin D₃-Bestimmung im biologischen
Verfahren an der japanischen Wachtel.
Arch. f. Geflügelk. 35, 41 (1971)
7. GROPP, J. und H. ZUCKER;
Untersuchungen zur Wachtelaufzucht mit halb-
synthetischen Rationen.
Zeitschr. f. Versuchstierk. 11, 155 (1969)

8. GROPP, J., V. SCHULZ, G. SAUERMEIN und J. TIEBS;
Untersuchungen über die Nikotinsäurewirksamkeit
von Nikotinsäurenitril, zugleich ein Beitrag
zur Ermittlung des Nikotinsäurebedarfs der japanischen Wachtel.
Int. Z. Vitamin- u. Ernährungsforsch. 42, 205 (1972)
9. GROPP, J., H. ZUCKER und G. v. ROHR;
Beziehungen zwischen Cholin, Methionin und
Betain in der Geflügelernährung.
A. d. Inst. f. Phys., phys. Chemie und Ernph.
im Fachbereich Tiermedizin d. Universität
München (1976)
10. GROPP, J., H. ZUCKER;
Vitamin D₃-Bedarfsstudien an der japanischen
Wachtel.
Zeitschr. f. Tierphys., Tierern. und Futter-
mittelk. 25, 121 (1969)
11. GROPP, J.;
Tierexperimentelle Untersuchungen über die
Proteinqualität von Körnermais.
Landw. Forschg. 23, II (Sonderheft) 49 (1969)
12. HÄRTEL, H.;
Cholin in der Geflügelernährung.
Arch. f. Geflügelk. 2, 167 (1974)
13. HOFMANN, J. H.;
Untersuchungen über den Vitamin D₃-Bedarf
der jap. Wachtel.
Vet. med. Diss. München (1971)
14. KETOLA, H. G. and R. J. YOUNG;
The need for dietary choline by young
jap. quail.
Poultry Sci. 52, 2362 (1973)

15. KOLB, E.;
Lehrbuch d. Physiologie d. Haustiere.
VEB G. Fischer Verlag Jena 193 (1974)
16. KOLB, E. und H. GÜRTLER;
Ernährungsphysiologie d. landwirtschaftlichen
Nutztiere.
VEB G. Fischer Verlag Jena 829 (1971)
17. LATSHAW, J. D. and L. S. JENSEN;
Choline deficiency in mature jap. quail.
Poultry Sci. 50, 1596 (1971)
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL
Nutrient requirements of poultry
Pub 01861-7, 2101 Constitution Avenue,
Washington, D. C. 20418 (1971)
19. OWEN, D. B.;
Handbook of statistical tables.
Addison-Wesley Publ. Comp. Reading Massachusetts,
Palotto, London (1962)
20. PEARSON, E. S. and M. A. STEPHENS;
The ratio of range to standard deviation
in the normal sample.
Biometrika 51, 484 (1964)
21. PEH, Jutta;
Haltung und Fütterung der jap. Wachtel und
Untersuchungen zum Nährstoffbedarf sowie
Bibliographie zu Coturnix Japonica.
Vet. med. Diss. München (1969)
22. POLIN, D., W. H. OTT, E. R. WYNOSKY and C. C. PORTER;
Estimation of thiamine requirement for optimum
hatchability from the relationship between die-
tary and yolk levels of the vitamin.
Poultry Sci. 39, 354 (1963)

23. RAMACHANDRAN, V. and H. G. ARSCOTT;
Minimum vitamin requirements and apparent
vitamin interrelationships for growth in
jap. quail (cot. cot. jap.).
Poultry Sci. 52, 1969 (1973)
24. ROTH-MAIER, D. A. und M. KIRCHGESSNER;
Zum Pantothenensäurebedarf von Mastküken.
Arch. f. Geflügelk. 6, 205 (1973)
25. SACHS, L.;
Statistische Anwendungsmethoden.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
3. Auflage (1973)
26. SCHULZ, V. und J. GROPP;
Nutritive Antibiotika-Wirkung in der Wachtel-
aufzucht.
Arch. f. Geflügelk. 5, 177 (1973)
27. SCOTT, M. L., M. C. NESHEIN, R. J. YOUNG;
Nutrition of the chicken.
M. L. Scott and Associates Publishers 177, Ithaca
New York (1969)
28. SERAFIN, J. A.;
Studies on the riboflavin, niacin, pantothenic
acid and choline requirements of young bobwhite
quail.
Poultry Sci. 53, 1522 (1974)
29. SPIVEY-FOX, M. R., G. A. HUDSON, M. E. HINTZ;
Pantothenic acid requirement of young jap. quail.
Fed. Proc. 25, 721 (1966)

30. TIEWS, J., H. ZUCKER und J. GROPP;
Futterbedingte Schadensfälle in der Tierernährung.
Tierärztliche Umschau 10, 467 (1969)
31. VOGT, H.;
Versuche über den Cholinbedarf der Wachtelküken
im ersten Abschnitt der Aufzucht.
Arch. f. Geflügelk. 2, 41 (1970)
32. VOGT, H.;
Die japanische Wachtel als Versuchstier.
Dtsch. Geflügelwirtschaft 16, 728 (1964)
33. VOHRA, P.;
A review of the nutrition of jap. quail.
Worlds Poultry Sci. Jour. Vol. 27, 26 (1971)
34. WEBER, E.;
Grundriß der Biologischen Statistik
VEB G. Fischer Verlag Jena, 7. Aufl. (1972)
35. WIESNER, E.;
Ernährungsschäden d. landwirtschaftlichen
Nutztiere.
VEB G. Fischer Verlag Jena 2. Aufl. (1970)
36. WILSON, W. O., K. K. ABBOT, H. ABPLANALP;
Evaluation of coturnix (jap. quail) as pilot
animal for poultry.
Poultry Sci. 40, 651 (1961)
37. ZUCKER, H., H. ERBERSDOBLER und J. GROPP;
Untersuchungen über lysinreichen Mais.
Zeitschr. f. Tierphys., Tierern. und Futter-
mittelk. 23, 193 (1968)

38. ZUCKER, H. und J. GRÖPP;
Vitamin D₃-Bestimmung über die Eischalenbildung
bei der japanischen Wachtel.
Die Naturwissenschaften 9, 447 (1968)
39. ZUCKER, H., J. GRÖPP, J. PEH, Ch. ZENTZ;
Erfahrungen mit der jap. Wachtel als Labortier
sowie einige Ergebnisse von Nährstoffbedarfsun-
tersuchungen.
Tierärztl. Umschau 8, 416 (1967)
40. ZINTZEN, J. und H. GRÖBKE;
Vitamine: Das Problem der Bedarfsnormen.
Kraftfutter 6/7, 2 (1974)

LEBENS LAUF

Am 27. 3. 1944 wurde ich, Giselher Sauerwein, als Sohn des Leiters des Staatsinstituts für Landwirtschaft in München, Joseph Sauerwein und dessen Ehefrau Martha, geb. Zobel, in Krumbach/Schwaben geboren.

Im Herbst 1950 trat ich in Kempten in die Volksschule ein, wechselte 1954 in die Oberrealschule und legte dort 1964 die Reifeprüfung ab.

Nach einjähriger Dienstzeit bei der Bundeswehr, begann ich im Wintersemester 1965/66 in Würzburg Psychologie zu studieren.

Im Winter 1967/68 wechselte ich nach München zum Studium der Tiermedizin, welches ich im Frühjahr 1973 mit dem Staatsexamen abschloß. Am 25. Mai des gleichen Jahres wurde mir die Bestallung als Tierarzt erteilt.

Seit dem 3. September 1971 bin ich mit Roselyne Sauerwein, geb. Drolon verheiratet. Unsere Tochter Melanie wurde am 24. September 1973 geboren.

Vom 3. August 1973 bis 31. Januar 1975 war ich als Assistent in einer Kleintierpraxis im München tätig.

Seit dem 1. Februar 1975 bin ich als Tierarzt in der Klinik des Tierheims Lankwitz in Berlin beschäftigt.

Am 20. August 1976 wurde unser Sohn Mathias geboren.

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich
Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. mult. J. Brüggemann
sowie Herrn Prof. DDr. J. Tiews†
für die Überlassung des Themas und die
Arbeitsmöglichkeiten in ihren Instituten
danken.

Besonders danke ich
Herrn Priv. Doz. Dr. J. Gropp
und Herrn Dr. V. Schulz
für ihre stets gern gewährte
Hilfe bei Planung und Durchführung
der Experimente sowie bei der Fer-
tigstellung der vorliegenden Arbeit.

